

じん肺発症と防じんマスク

独立行政法人 労働者健康安全機構

岡山労災病院

岸本卓巳





防じんマスクのマスク効率

平成12年度の岡山産業保健推進センター調査では粉じん作業場での個人ばく露濃度は許容濃度を大幅に上回る値が得られた。

ただこれらの作業場では防じんマスクの着用率は97%と高率であった。

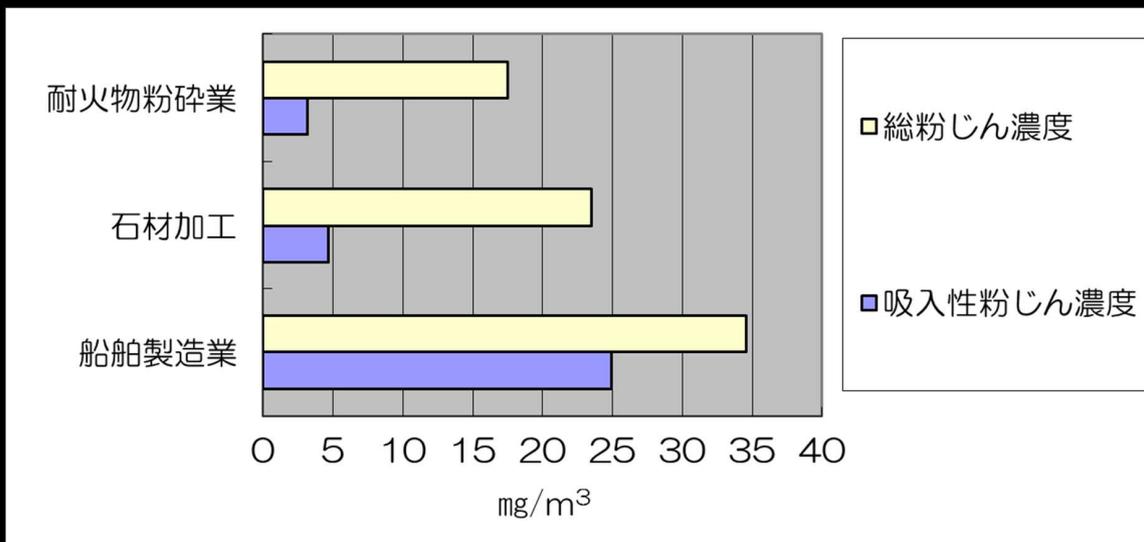
しかしマスクの着用方法の不備がみられたので、マスクのもれがどうなのか、マスクの効率はどうなのかを調査することとした。(平成15年度)

業種別粉じん個人ばく露濃度 (平成15年度)

- ・ 船舶溶接業
- ・ 石材加工業
- ・ 耐火物粉碎業

の3業種の現場労働者各10名について粉じんの個人ばく露濃度の測定を行った。

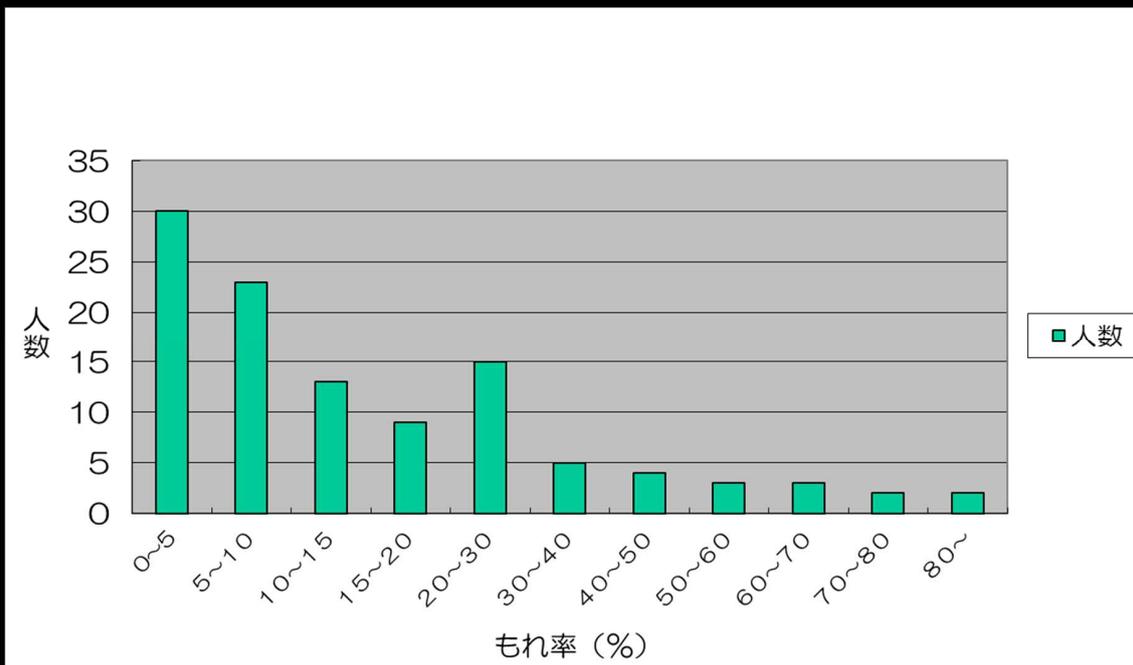
業種別個人ばく露濃度



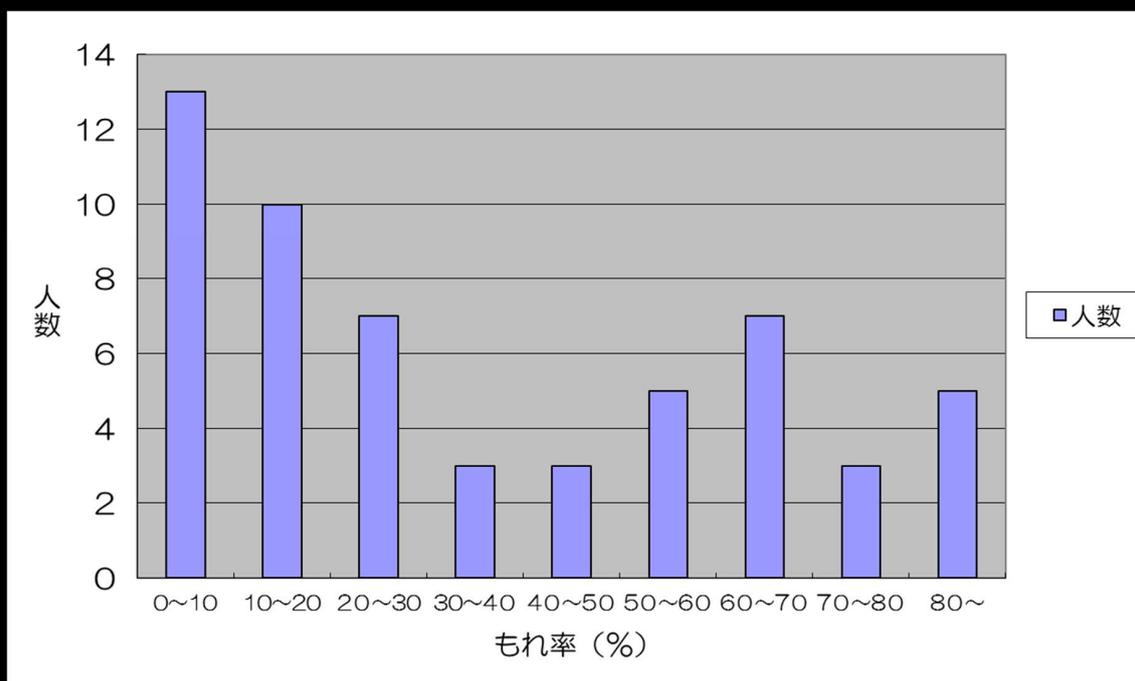
マスクフィッティングテスター



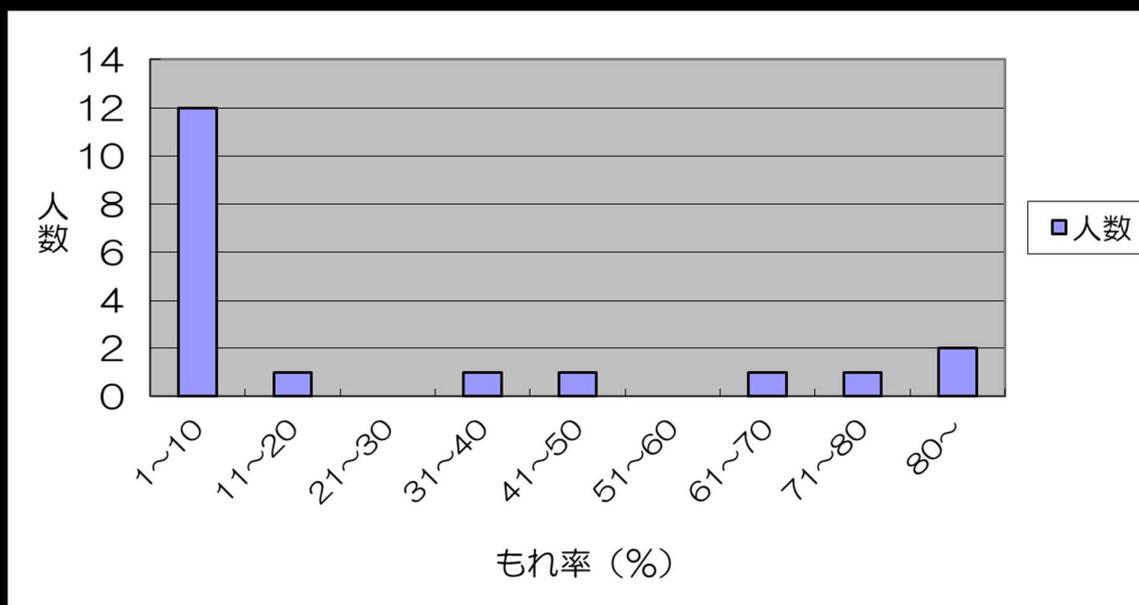
マスクもれ率(耐火物粉碎)



マスクもれ率(船舶溶接)



マスクもれ率(鑄造)



もれ率測定結果まとめ

もれ率の平均%

船舶溶接 39.6%

耐火物粉碎 18.6%

鑄造 27.7%

石材加工 40.5%

トータル 平均24.3%

10%未満のもれ率の作業者: 34%

マスクのもれに対する対応

- ・ 岡山産業保健推進センター指導員によるマスクの適切着用の指導 1回/月
- ・ マスク点検等マスク管理指導 2回/年
- ・ 上記の継続指導を5年間、7事業場で行った
- ・ その後、マスクのもれのチェックを行った
(平成20年度産業保健推進センター調査)

平成15年度と20年度調査のマスク漏れ率比較

	平成15年度				平成20年度			
	総人数 (人)	漏れ率 10% 以上 (人)	10%以上 の割合 (%)	平均 漏れ率 (%)	総人数 (人)	漏れ率 10% 以上 (人)	10%以上 の割合 (%)	平均 漏れ率 (%)
A社	21	12	57.1	17.2	24	11	45.8	13.4
B社	17	9	52.9	20.5	31	19	61.3	29.1
C社	10	5	50.0	14.5	13	6	46.2	20.6
D社	10	3	30.0	9.5	13	6	46.2	19.0
E社	4	0	0	3.4	6	4	66.7	24.5
F社	5	1	20.0	9.5	6	2	33.0	9.9
I社	18	10	56.0	30.1	24	5	21.0	12.3

全面形防じんマスク 半面形防じんマスク



全面形



半面形

正しい使い方をしないと所定の性能が発揮できない。

予防着の上からマスク装着



タオルの上からマスクを装着



髪がマスクの漏れの原因





電動ファン付き呼吸用保護具

作業環境の空気を電動ファンによって、フィルターでろ過して、面体に空気を供給するもの。



全面形



半面形



フード形

電動ファンマスク
(マスク漏れ時)



電動ファンマスク着用
(マスク漏れ時)

通常マスクと電動ファン付きマスク効率比較試験

調査概要

実施日：2018年1月31日および2月19日

実施事業所：

1月31日 (株)、 (株)吉備工場

2月19日 ファクトリー(株)

作業内容：溶接作業全般

調査内容：

- 漏れ率測定(普段使用マスクとPAPRでの比較)
 - 個人ばく露濃度測定
 - 呼吸量測定
 - アンケート調査
- } 並行測定

調査に用いたPAPR：



興研(株)製 BL-1005



(株)重松製作所製 Sy28RX2

漏れ率測定

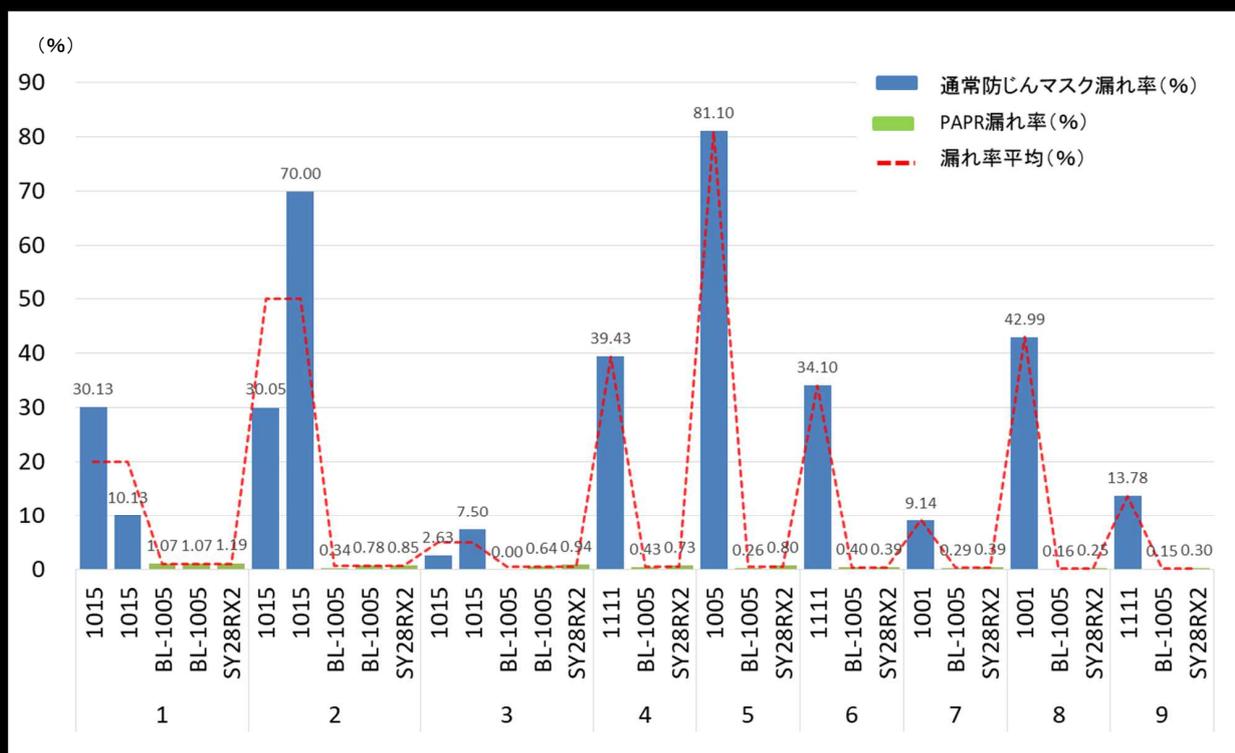
使用機器: (株)重松製作所製 MNFT
(マスク内圧フィッティングテスター)



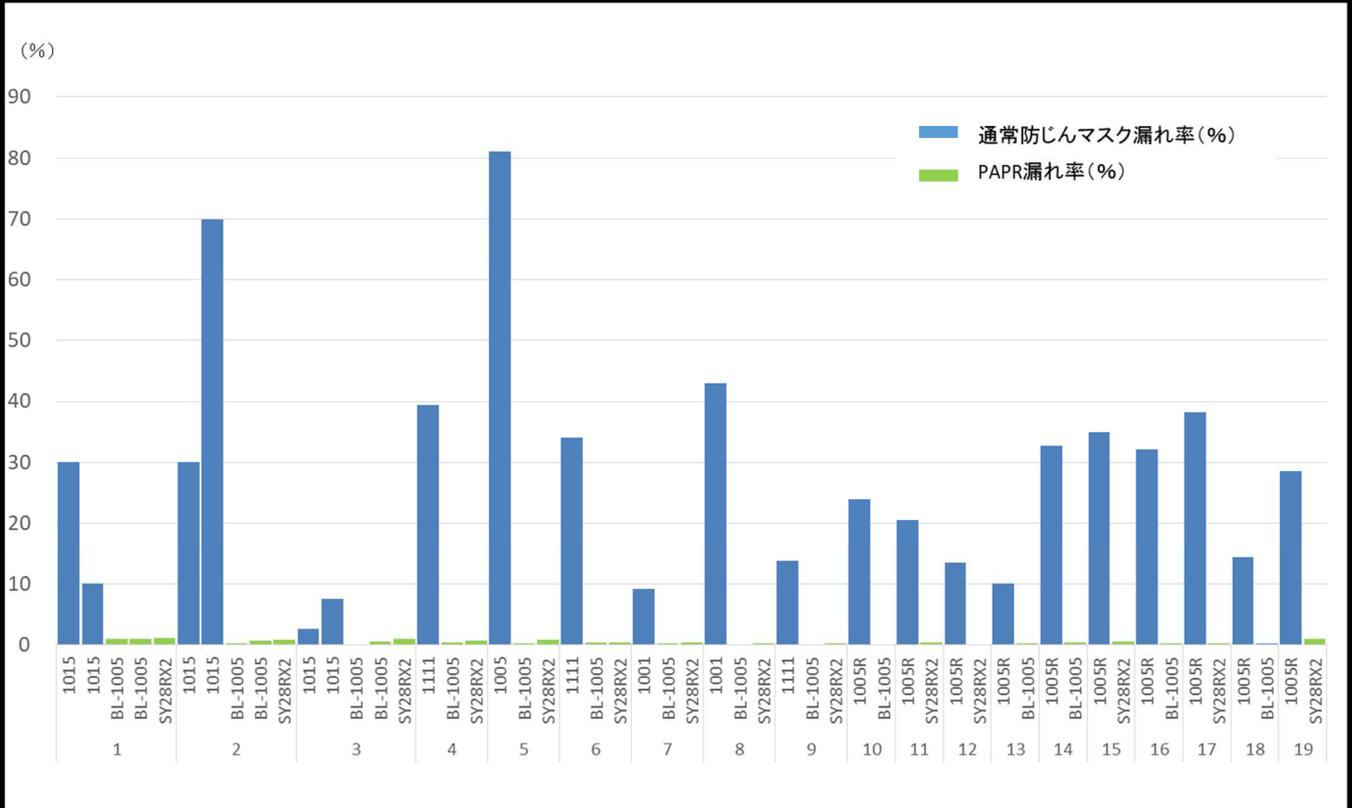
作業者	作業内容	測定器	マスク		漏れ率 (%)	漏れ率 平均 (%)	備考
1	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	興研 重松	1015	通常マスク	30.13	20.13	メリヤス有
					10.13		
		興研 重松	BL-1005	PAPR	1.07		
					1.07		
					1.19		
2	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	興研 重松	1015	通常マスク	30.05	50.03	メリヤス有
					70.00		
		興研 重松	BL-1005	PAPR	0.34		
					0.78		
					0.85		
3	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	興研 重松	1015	通常マスク	2.63	5.07	
					7.50		
		興研 重松	BL-1005	PAPR	0.00		
					0.64		
					0.94		
4	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1111	通常マスク	39.43	—	締め紐伸び
			BL-1005	PAPR	0.43	0.58	
			SY28RX2		0.73		
5	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1005	通常マスク	81.10		
			BL-1005	PAPR	0.26	0.53	
			SY28RX2		0.80		
6	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1111	通常マスク	34.10		
			BL-1005	PAPR	0.40	0.40	
			SY28RX2		0.39		
7	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1001	通常マスク	9.14		
			BL-1005	PAPR	0.29		
			SY28RX2		0.39		
8	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1001	通常マスク	42.99	—	メリヤスカバー有、締め紐緩い
			BL-1005	PAPR	0.16	0.21	
			SY28RX2		0.25		
9	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	重松	1111	通常マスク	13.78		
			BL-1005	PAPR	0.15	0.23	
			SY28RX2		0.30		

作業者	作業内容	測定器	マスク		漏れ率 (%)	漏れ率平均 (%)	備考
10	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	24.00	—	結露
			BL-1005	PAPR	0.16	—	
11	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	20.63	—	ひげ、締め紐緩み
			SY28RX2	PAPR	0.43	—	
12	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	13.40	—	
			SY28RX2	PAPR	0.12	—	
13	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	10.04	—	
			BL-1005	PAPR	0.29	—	
14	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	32.81	—	
			BL-1005	PAPR	0.41	—	
15	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	35.00	—	
			SY28RX2	PAPR	0.51	—	
16	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	32.22	—	
			BL-1005	PAPR	0.26	—	
17	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	38.30	—	
			SY28RX2	PAPR	0.24	—	
18	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	14.35	—	
			BL-1005	PAPR	0.24	—	
19	炭酸ガスアーク溶接	重松	1005R	通常マスク	28.56	—	
			SY28RX2	PAPR	1.02	—	

通常防じんマスクと電動ファン付きマスクのもれ率比較(9名)

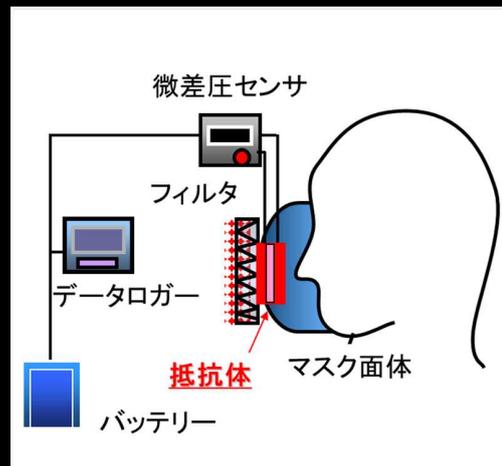


通常防じんマスクと電動ファン付きマスクのもれ率比較(19名)



作業者呼吸量測定

測定機器: 興研(株)製 呼吸サンプリング装置



調査条件

測定時間 10分以上20分以下（作業工程のルーチンが一通り終了し呼吸が安定するまで）

呼吸データ解析時間 計測開始2分経過後から

解析データ

- ① 毎分呼吸量 MV (ℓ/min)
- ② 平均一回換気量 V_T (ℓ)
- ③ 呼吸回数 F (cycle/min)
- ④ 平均吸気ピーク流量 PF (ℓ/min)

被験者ID	事業所	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体表面積BSA (m ²)	作業工程
A	(株)	42	168	57	1.64	サス受け部品のロボット溶接工程
B	工業(株)	28	162	52	1.54	リアーションのロボット溶接工程
C		20	175	57	1.69	フロントクロスのロボット溶接工程
D	ファクトリー(株)	33	170	50	1.57	柱部材の仕上げ工程（溶接・研磨）
E		28	168	59	1.67	柱部材の仕上げ工程（溶接・研磨）
F		59	172	85	1.98	トラス等部材加工工程（溶接・研磨）
G		36	177	82	1.99	トラス等部材加工工程（溶接・研磨）

調査条件

呼吸量調査風景



被験者A



被験者B

工業(株)



被験者C

工業(株)



被験者D

ファクトリー(株)

調査条件

呼吸量調査風景



被験者E ファクトリー(株)



被験者F ファクトリー(株)



被験者G 工業(株)

調査条件

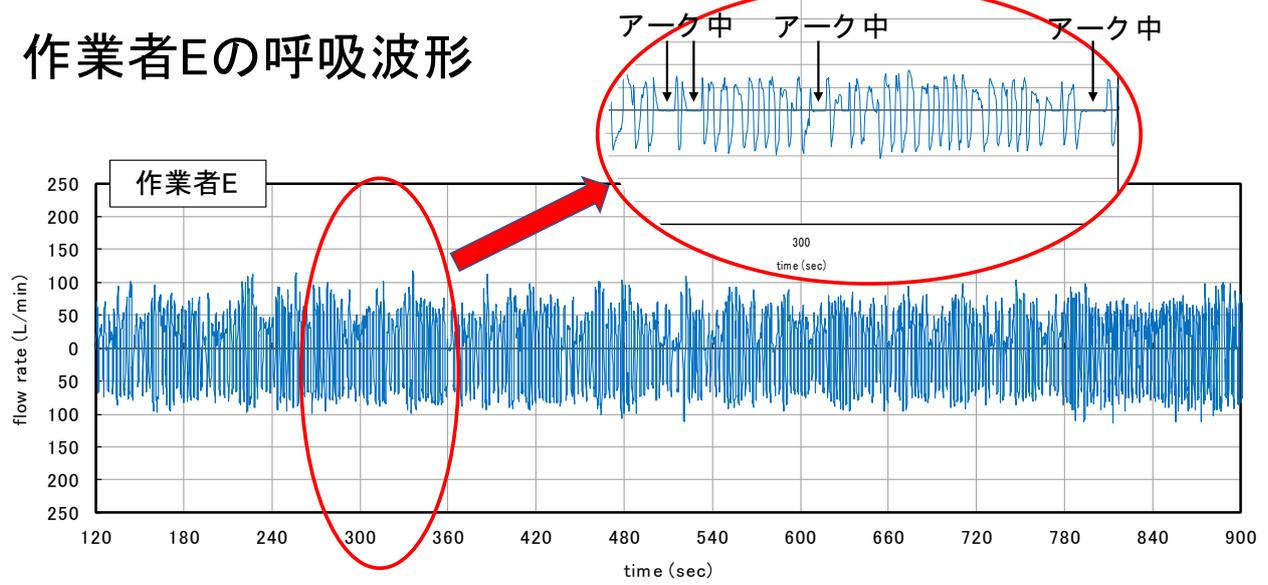
呼吸量調査結果

作業者	毎分呼吸量 MV (L/min)	平均一回換 気量 V_T (L)	呼吸回数F (cycle/min)	平均吸気ピー ク流量PF (L/min)
A	15.6	0.8	19.4	58.2
B	27.2	1.1	25.1	97.8
C	20.4	1.1	18.2	59.9
D	21.4	0.8	26.6	73.8
E	24.8	1.0	23.7	77.7
F	27.9	1.4	19.6	118.7
G	23.0	1.0	23.3	81.4

作業者B = 小柄
作業負荷が大きい
↓
呼吸量大きい

作業者の毎分呼吸量(MV): 15.6~27.9ℓ/min

作業者Eの呼吸波形



- 漏れ率
- 個人ばく露濃度
- 呼吸量データ



吸入粉じん量

作業者	作業内容	マスク	漏れ率 (%)	個人曝露濃度		呼吸量測定結果		
					(mg/m ³)	平均呼吸量 (m ³ /分)	吸入粉塵量 (mg/分)	吸入粉塵量 (mg/月)
1	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	通常マスク	20.13	R	0.04	0.0156	0.00065	1.26
				T	0.10	0.0156	0.0016	3.09
		PAPR	1.11	R	0.04	0.0156	0.00065	0.67
				T	0.10	0.0156	0.0016	0.16
5	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	通常マスク	39.43	R	1.39	0.0272	0.038	143.84
				T	1.48	0.0272	0.038	151.41
		PAPR	0.43	R	1.39	0.0272	0.038	1.57
				T	1.48	0.0272	0.038	1.65
6	炭酸ガスアーク溶接 (半自動)	通常マスク	81.10	R	0.05	0.0204	0.001	7.79
				T	0.08	0.0204	0.0017	13.24
		PAPR	0.26	R	0.05	0.0204	0.001	0.02
				T	0.08	0.0204	0.0017	0.04

R=吸入性粉じん

T=総粉じん

電動ファン付き呼吸用保護具の調査アンケート票

整理番号()

氏名		年齢	
----	--	----	--

①初めにお聞きます。

1 性別	1 男	2 女
2 粉じん作集の経験	年 月	
3 普段使用されているマスクはどんなマスクですか？	マスクの種類やメーカーなど分かる範囲でお書きください	
4 呼吸器疾患はありますか？	1 ない	2 ある
	差し支えなければ、疾患名をお書きください	

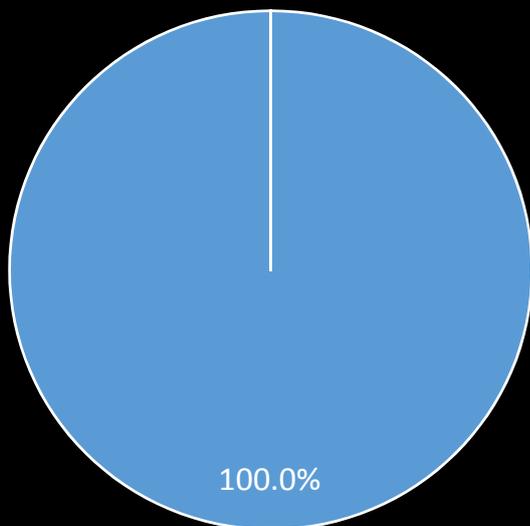
②防じんマスクと比較して電動ファン付き呼吸用保護具におけるアンケートをお願いいたします。

設 問	回 答 該当するものに○を付けてください				
1 この度装着された電動ファン付き呼吸用保護具を教えてください。	1 面体形 製品名:		2 ルーズフィット形 製品名:		
2 防じんマスクと比較して電動ファン付きは呼吸が楽に感じましたか？	1 感じた	2 少し感じた	3 変わらない	4 少し苦しい	5 苦しい
3 マスクの大きさは気になりますか？	1 まったく気にならない	2 あまり気にならない	3 変わらない	4 少し気になる	5 気になる
4 視界に変化を感じませんか？	1 全く気にならない		2 少し気になる	3 すごく気になる	
5 マスクの重さは感じますか？	1 まったく感じない	2 あまり感じない	3 変わらない	4 少し感じる	5 かなり感じる
6 動きにくさを感じますか？	1 まったく感じない	2 あまり感じない	3 変わらない	4 少し感じる	5 かなり感じる
7 ファンの音は気になりますか？	1 全く気にならない		2 少し気になる	3 すごく気になる	
8 今後、電動ファン付き呼吸用保護具を使用していきたいと思いませんか？	1 思う	2 思わない	その理由等があればお答えください		

アンケート結果(19名)

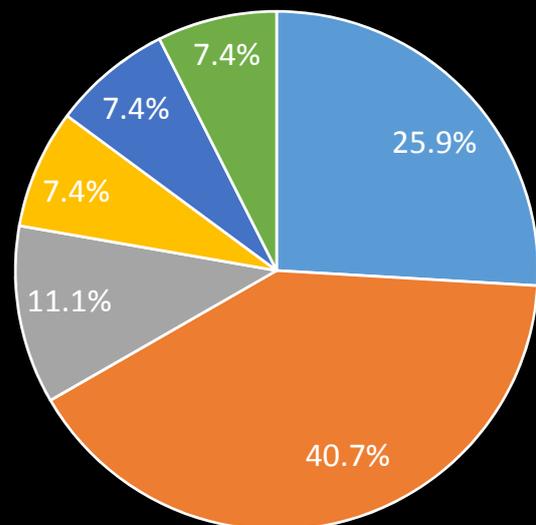
- 性別、作業歴、現在使用中のマスク、呼吸器疾患の有無
- PAPRを装着した際の感想

性別



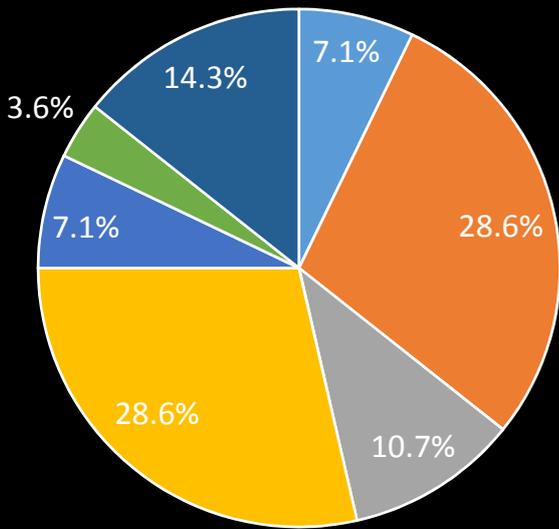
■ 男 ■ 女

粉じん作業経験



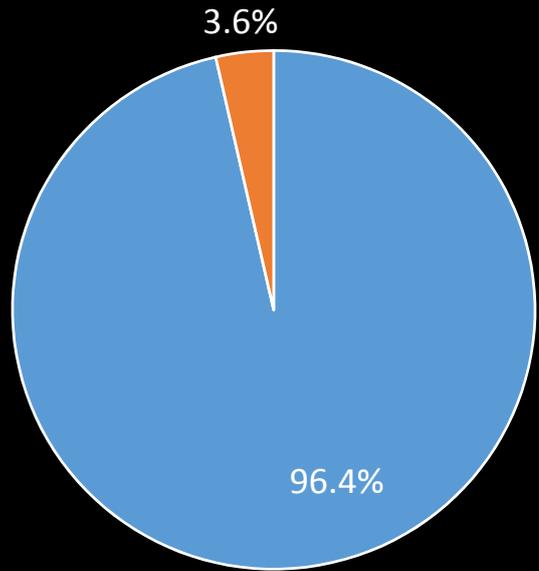
■ 1～5年 ■ 6～10年 ■ 11～15年
■ 16～20年 ■ 21年以上 ■ 未記入

使用マスク



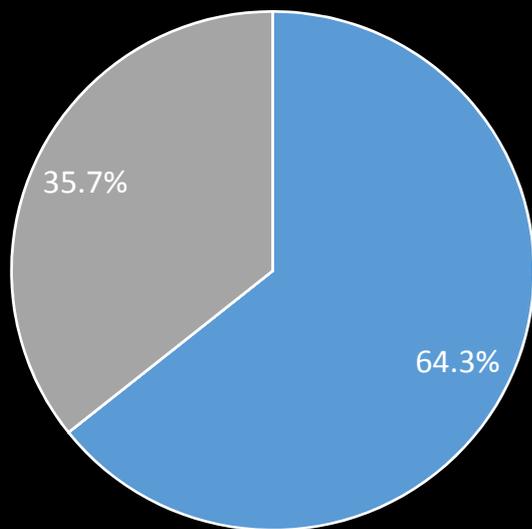
- コーケン1001 ■ コーケン1005 ■ コーケン1015
- コーケン1111 ■ コーケン ■ その他
- 未記入

呼吸器疾患



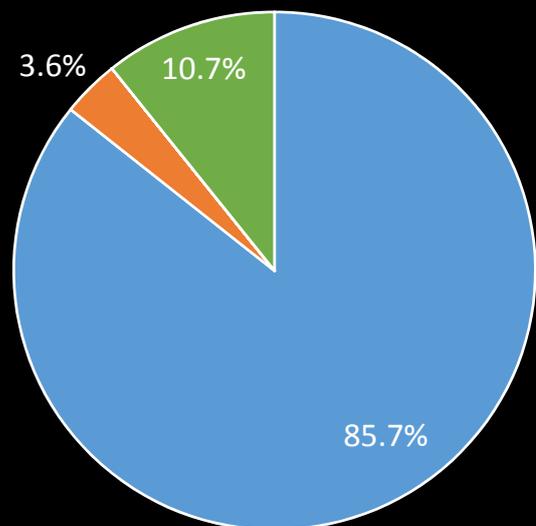
- なし ■ あり

使用したPAPRの種類



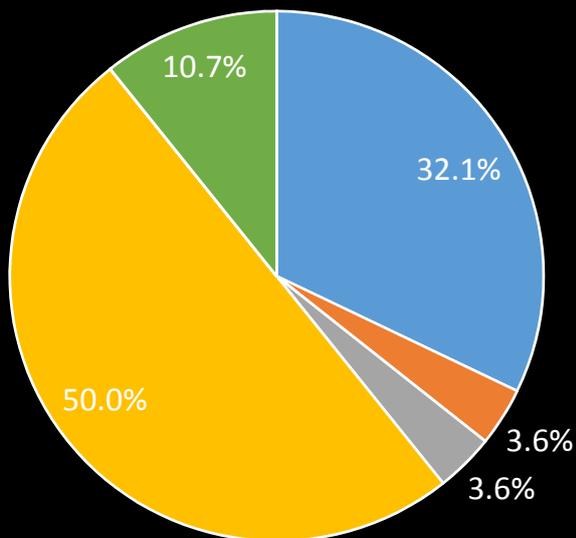
- 面体形 ■ ルーズフィット形 ■ 未記入

防じんマスクと比較して呼吸が楽に感じたか



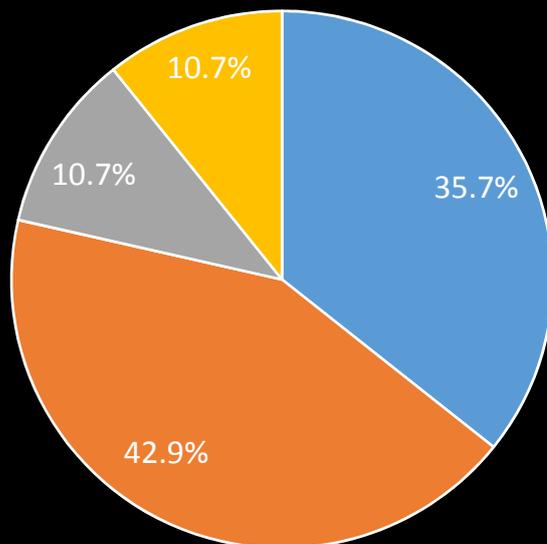
- 感じた ■ 少し感じた
- 変わらない ■ 少し苦しい
- 苦しい ■ 未記入

マスクの大きさは気になるか



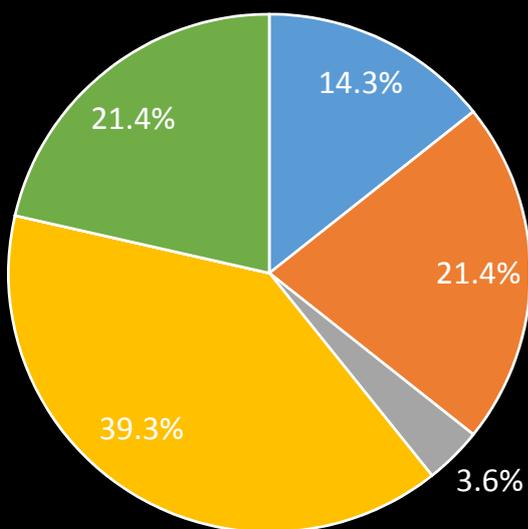
- 全く気にならない
- あまり気にならない
- 変わらない
- 少し気になる
- 気になる
- 未記入

視界に変化を感じるか



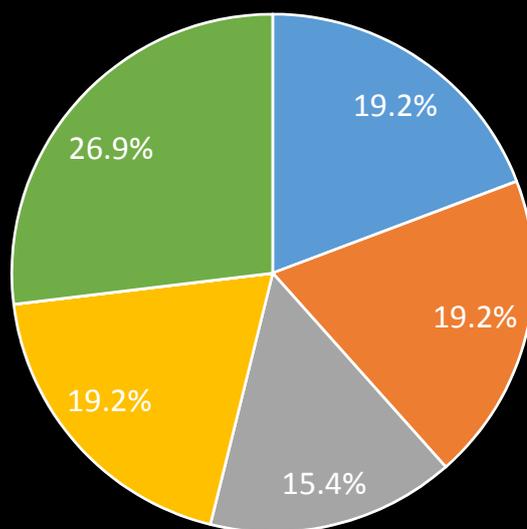
- 全く気にならない
- 少し気になる
- 凄く気になる
- 未記入

マスクの重さは感じるか



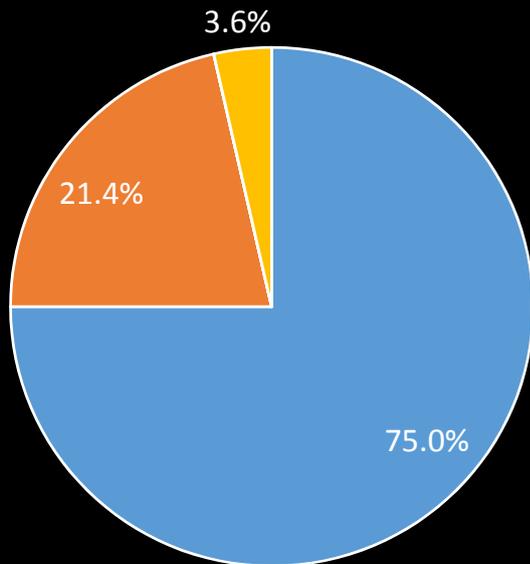
- 全く感じない
- あまり感じない
- 変わらない
- 少し感じる
- かなり感じる
- 未記入

動きにくさを感じるか



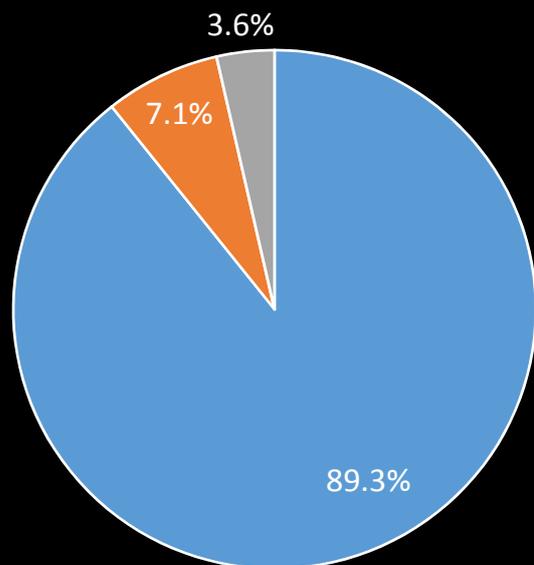
- 全く感じない
- あまり感じない
- 変わらない
- 少し感じる
- かなり感じる
- 未記入

ファンの音は気になるか



■ 全く気にならない ■ 少し気になる
■ 凄く気になる ■ 未記入

今後PAPRを使用したいか



■ 思う ■ 思わない ■ 未記入

これからの調査の目的と方法

電動ファン付きマスクはマスク効率がよく、新たなじん肺発生の抑制効果が高い

高価であるため、その価値が明らかでなければ企業は積極的導入を躊躇する

そのため、費用対効果を明らかにする研究が必要である
通常の防じんマスクと電動ファン付きマスクの比較試験で、作業効率が良いことを示すための研究として、個人ばく露濃度とマスクのもれ率から吸入粉じん量を計測して、じん肺になる可能性を推測する。

研究のStrategy

- ・ 電動ファン付マスクの着用→もれの減少
- ・ 作業負荷の減少→
- ・ 生産性の向上→
- ・ 経営資源としての電動ファン付きマスクの着用推進→
- ・ 30年後のじん肺の減少(ターゲットは若年)

研究内容

- ・ マスク効率の測定(重松製作所・興研の協力)
- ・ 個人サンプラーを用いたばく露濃度測定
- ・ 評価方法:主観的・客観的評価法
- ・ 主観評価としてのアンケート調査の内容
- ・ 客観評価としての個人粉じん吸入量(ばく露濃度×もれ率)
- ・ その他(呼吸量も計測する)