

厚生労働科学研究補助金

労働安全衛生総合研究事業

フィットファクタの支配因子探索による呼吸用保護具の
適切な選択と使用のための簡易的チェック手法の検討

令和 5 年度 総括研究報告書

研究代表者 東 秀憲

令和 6（2024）年 5 月

目 次

I. 総括研究報告

呼吸用保護具のフィットファクタと顔形状因子との相関に関する研究.....1	
東 秀憲	

II. 研究成果の刊行に関する一覧表.....14	
---------------------------	--

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）
総括研究報告書

呼吸用保護具のフィットファクタと顔形状因子との相関に関する研究

研究代表者 東 秀憲 産業医科大学 労働衛生工学 教授

研究要旨

研究目的：本研究では、呼吸用保護具の選択および適正使用のための簡便で日常的なチェック手法の確立を目的とし、①フィットファクタと保護具および顔サイズの相関、②フィットテストにおいて重要な操作等の検討および③簡便で日常的なチェック法の検討を実施する。具体的には、以下の項目を実施する。

- 1) 呼吸用保護具のサイズおよび着用者の顔の寸法の計測
- 2) 既存のシールチェックおよびフィットテスト
- 3) フィットファクタと保護具および顔サイズの相関解析
- 4) 簡便で日常的なチェック法と定量的評価法の検討

1～4)を総合的に検討することで、現場で日常的に持続可能な定量的チェックの方法及び評価基準等について提言するとともに、法改正により今後標準となると思われる凝縮核計数法（CNC）に光散乱粒子計数法を組み合わせた短縮定量的フィットテストを簡便化した手法等についての提言をめざす。

研究方法：初年度は、今後急速に普及されるであろう短縮定量的フィットテストを中心に、様々な呼吸用保護具の種類と作業者の顔の形状とフィットファクタとの関係を得ることにより、以下の手順で呼吸用保護具の選定の際の目安となる顔の形状に適した保護具の選定方法を検討した。

- 1) 呼吸用保護具のサイズおよび着用者の顔の寸法の計測

使用する保護具を選定し、保護具のサイズとして面体の縦、横の幅と高さ（深さ）等を測定し、保護具のパラメータとした。一方、着用者の顔の寸法として、唇の幅、鼻根からおとがいの長さ、顔の横幅（左右の耳の付け根）、鼻の高さ、顎下の長さ等を計測し、顔の形状因子とした。さらに、スケールとともに写真撮影を実施するとともに、3Dカメラでの撮影も同時に行った。

- 2) 既存のシールチェックおよびフィットテスト

実験対象者に選定した保護具を適切な手順に従って着用してもらい、シールチェックにより簡易的に漏れのないことを確認してもらった。その後、凝縮核計数法に光散乱粒子計数法を組み合わせたフィットテスト（AccuFIT9000PRO, MT-11D, PortaCount 8048）を用いて JIS T 8150 に示された手順に従い、短縮定量的フィットテストを実施し、フィットファクタを測定した。

- 3) フィットファクタと保護具および顔サイズの相関解析

各研究対象者に対して、装着した呼吸用保護具ごとに得られたフィットファクタを、各呼吸用保護具の粒子捕捉メカニズムやレベル、サイズのパラメータ（縦、横幅および高さなど）、研究対象者の顔の形状などの 11 個のパラメータとの関係を解析ソフトにより重回帰分析（多変量解析）することで、これらパラメータの関数として定式化した。一方、顔画像を用いた機械学習によるフィットファクタの推定も試みた。

研究結果：顔サイズパラメータのうちフィットファクタに大きな影響を与えるパラメータに関する情報を抽出した回帰式から呼吸用保護具のフィットテストの結果を推定し、実際のテスト結果と比較した。一方、正面画像による顔認証機械学習によるフィットファクタの推定についても検討し、作業者に適した呼吸用保護具の選定法について検討した。

回帰式によるフィットテストの合否正解率は学習データで 75%以上、未学習データで 45%以上であり、未学習データの不正解は概ね 2 種類の保護具に偏っていた。この原因として、この 2 種類の保護具はフィットテストの合格率自体が比較的低く、フィットファクタとパラメータの間の相関が弱いのにに対し、他の保護具のフィットファクタとパラメータの間には主に比較強い正の相関が示されていたことによる。一方、顔認証によるフィットテストの合否正解率は学習データで 90%以上、未学習データで 55%以上であり、全体で 8 割程度を保っていた。未学習データの不正解はほぼすべての種類の保護具に渡っていた。この理由としては、顔認証による機械学習で、比較少なく偏った分布の学習データを用いたために、学習できていない範囲のデータのフィットファクタの推定精度が全体的に悪くなったためと考えられる。

結論：今後、対象者の増加に伴い、学習データの再検討を行い、分布等を考慮して学習データを選定することで、いずれのモデルにおいてもフィットファクタの推定精度の向上が見込まれ、作業者に適した呼吸用保護具の選定法としての可能性を検討できる。

研究分担者

大藪貴子

(産業医科大学 労働衛生工学 講師)

西田千夏

(産業医科大学 労働衛生工学 学内講師)

榎原 毅

(産業医科大学 人間工学 教授)

A. 研究目的

労働安全衛生規則等の一部を改正する省令等により、新たな化学物質管理が導入されたことに伴い、「防じんマスク、防毒マスク及び電動ファン付き呼吸用保護具の選択、使用等について」(基発 0525 第 3 号：令和 5 年 5 月 25 日)により、防じんマスク、防毒マスク等の呼吸用保護具を使用する労働者の健康障害を防止するため、その適切な選択、使用、保守管理等に当たって留意すべき事項が更新された。その中で、呼吸用保護具の適切な装着の項目に、フィットテストに関する記述があり、有効な呼吸用保護具を漏れのないように適切に装着することの重要性が記述されている。

呼吸用保護具を漏れの無いように適切に装着するには、顔に合った保護具を選定していることが必要不可欠であるが、選定にあたっては、顔の寸法に基づく NIOSH-PCA パネル[1,2]が開発され、各メーカーの情報等を参考にすることが推奨されているが、国や地域毎にパネルが提案され[3-7]、あるいはメーカー等によりそれぞれの特徴に合わせて個別に選定法が推奨されている。また、PCA パネルは顔の形状区分を示しているもので、顔サイズのパラメータからフィットファクタを推定できるような、より実用的な手法が期待されている。

本研究では、今後主流となると思われる呼吸用保護具の短縮定量的フィットテストを対象とし、防じんマスクのフィットファクタと顔サイズパラメータとの相関関係について検討し、作業者に適した呼吸用保護具の選定のための基礎データの蓄積と、日常的に使用可能なより簡便なフィットテス

ト手法の開発を目的とし、顔サイズパラメータより防じんマスクのフィットファクタを推定する手法について検討した。

Fig.1 に示す顔のサイズ分布は、縦横サイズの分布を示す左の図から、既往のデータ(Fig.1 左上)、本研究での結果(Fig.1 左下)ともに、広範囲に渡っており特に NIOSH の規程範囲よりも小さい対象者が多く存在している。さらに、右図に示すサイズと形状を表す分布においてはその傾向はもっと顕著になり、より小さい方にデータが偏っており、本研究の結果に関しては半数の対象者がオーバーレンジしている結果となった。これは、まだ解析対象者が全部で 40 名程度なので日本人全体の傾向であるとは言えないが、少なくとも今回の解析対象者の顔のサイズは平均的に小さい傾向にあったことがわかり、NIOSH-PCA パネルをそのまま適用すると範囲外になる可能性があることがわかった。

B. 研究方法

初年度は、日常的に使用可能なより簡便なフィットテスト手法の開発を目的とし、防じんマスクのフィットファクタと顔サイズパラメータとの相関関係について、作業者に適した呼吸用保護具の選定のための基礎データの蓄積により、様々な呼吸用保護具の種類と作業者の顔の形状とフィットファクタとの関係を得ることにより、呼吸用保護具の選定の際の目安となる顔の形状に適した保護具の選定方法を検討した。

大学倫理委員会の承認後(ER23-002)、説明により同意の得られた成人男女対象者に対して複数の使い捨て式あるいは半面形面体型取替え式呼吸用保護具に関する短縮定量的フィットテストを実施した。本研究でテストに用いたフィットテストは、短縮定量的フィットテストが可能な日本 KANOMAX AccuFIT9000Pro、柴田科学 MT-11D、TSI PortaCount 8048 の 3 機種であり、テストに用いた呼吸用保護具は Table 1 に示したものである。

対象者が呼吸用保護具を装着してシールチェックをした後に短縮定量的フィットテストを行った。使い捨て式および半面形面体型呼吸用保護具のフィットテストの合格基準はフィットファクタが 100 以上である。

フィットファクタ ($FF=C_{out}/C_{in}$) は、呼吸用保護具外 (テスト環境中) の粒子濃度 C_{out} [個数濃度] と呼吸用保護具内部の粒子濃度 C_{in} の比で定義され、総合的な FF は 4 つの動作からそれぞれ得られるフィットファクタ FF_n を用いて次式で与えられる。

$$\text{総合フィットファクタ (FF)} = \frac{4}{\frac{1}{FF_1} + \frac{1}{FF_2} + \frac{1}{FF_3} + \frac{1}{FF_4}}$$

ここで、静電フィルタを使用している呼吸用保護具については、装置に内蔵されている N95 コンパニオン機能を使うことで、フィルタを通過する粒子を無視できる状態で測定した。また、N95 コンパニオン機能を使用する場合の FF の上限値は 200 と設定されているため、本研究では、合格基準等を考慮し、第一段階としてすべてのテストにおいて FF の上限値を 200 で統一して解析を実行した。

フィットテストの実施と同時に正面および横からの顔写真と顔面 3D 画像を撮影した。得られたフィットファクタと対象者の顔写真および 3D 画像より得られる顔サイズパラメータを用いて多変量解析を実行した。具体的には、フィットテストで得られた呼吸用保護具のフィットファクタを、NIOSH のフィットパネルに使用されている 10 カ所に唇幅を加えた顔サイズパラメータの組み合わせでフィットファクタに影響を及ぼす因子として解析した。

11 個の顔サイズパラメータの中で特にフィットファクタに影響の大きなパラメータを選定し、相関式を作成して呼吸用保護具のフィットテストの結果を推定し、テスト結果と比較した。さらに、作業者により適した (フィットファクタが大きいと予想される) 呼吸用保護具を選定するための方法について検討するとともに、フィットテスト

手法簡略化のための情報とした。

ここで、まずは既往のデータとして 2022 年に労災疾病臨床研究事業にて実施された「ベリリウム等の低濃度管理物質に対する有効な曝露防止対策に関する研究」(代表：石田尾徹) の中で行われたフィットテストの結果の解析[8]を本研究の対象者に適用して、フィットファクタの推定を試みた。

(倫理面への配慮)

産業医科大学倫理委員会の承認を得て行われている。

C. 研究結果

解析に用いた既往の研究[7]を含めて、短縮定量的フィットテストの合否判定をまとめた結果を Table 2 に、対象者の顔サイズパラメータより得られた情報の NIOSH-PCA パネルへの分布を Fig.1 に示す。

D. 考察

解析の結果、顔の横幅、縦幅および唇幅から得られる情報がフィットファクタおよびフィットテストの合否判定結果に強く相関している傾向が示され、フィットファクタの推定式を 2 変数で表現することで、実験結果を概ね良好に再現できている[8]。相関の一例を Fig.2(a)に示す。この相関モデルを用いて本プロジェクトの対象者のフィットテスト結果を推定した詳細と実測との比較を Table 3 に、まとめを Table 5 に示す。

一方、顔の正面写真による顔認識機械学習によるフィットファクタの推定プログラムを Wolfram Mathematica™ により作成し、実行した[8]。顔認識機械学習のイメージを Fig.2(b)に示す。この結果、推定式と同精度以上で学習データのフィットテストの判定結果を再現することが可能であり (推定結果の詳細と実測との比較を Table 4、まとめを Table 5 に示す)、未学習データも平均で概ね 8 割程度再現可能であった。今後、学習データの精査や相関法の改善により、特に未学習データのフィットテスト判定結果の推定精度向上等が課題である。

現時点では、各呼吸用保護具のフィットファクタの平均値、最小値および最大値より a, d のように比較的多くの対象者にフィットしやすいタイプと b のように全体的にフィットしにくいタイプ、あるいは c, e, f のようにフィットするものとししないものとに分かれるタイプに大別されている。今後、対象者を増やした結果の詳細な分析が必要ではあるが、対象者を増やしてもこの傾向が維持されている可能性があり、呼吸用保護具の選定の際には、自身の顔の大きさや形状に合った保護具を選定することも隙間からの漏れを防ぐためには重要である。

E. 結論

呼吸用保護具の短縮定量的フィットテストにより得られたフィットファクタと顔サイズパラメータとの相関関係について検討した。顔のサイズに関わるいくつかのパラメータから呼吸用保護具のフィットテストの結果を推定し、実際のテスト結果と比較した。さらに、顔サイズパラメータのうちフィットファクタに大きな影響を与えるパラメータに関する情報の抽出とともに、作業者に適した呼吸用保護具を選定するための方法について検討した。

現在、対象者を 80 名程度まで拡張させた解析により、学習データの再検討を行っているところであり、分布等を考慮して学習データを選定することで、いずれのモデルにおいてもフィットファクタの推定精度の向上が見込まれ、作業者に適した呼吸用保護具の選定法としての可能性を検討できる。

F. 参考文献

1. Zhuang Z, Bradmiller B. Head and face anthropometric survey of U.S. respirator users. (2005): J Occup Environ Hyg. 2: 567–576
2. Zhuang Z, Bradtmiller B and Shaffer RE. New respirator fit test panels representing the current U.S. civilian work force. (2007): J Occup Environ Hyg. 4(9): 647–659

3. Han DH. Fit testing for respirators and development of fit test panels for Koreans. (1999): Korean Ind Hyg Assoc J. 9:1–13 (in Korean)
4. Chen W, Zhuang Z, Benson S, Du L, Yu D, Landsittel D, Wang L, Viscusi D, Shaffer RE. New respirator fit test panels representing the current Chinese civilian workers. (2009): Ann Occup Hyg. 53:297–305
5. Haruta H, Yuasa H, Shimizu E, Koyama T, Kimura K. Survey on face size of Japanese workers for evaluating respirator fit. (2016): J ISRP Japan Sec Resp Protec. 28(2):2–8 (in Japanese)
6. Lin Y, Chen C. Characterization of small-to-medium head-and-face dimensions for developing respirator fit test panels and evaluating fit of filtering facepiece respirators with different face seal design. (2017): PLoS ONE, 12.
7. Seo HK, Myong JP, Kang BK, Kwon YI. Necessity of the fit test panel for Korean respirator users: Application to Korean healthcare workers. (2021): J ISRP. 38(2): 1–11
8. 東 秀憲, 大藪貴子, 石田尾徹, 山本 忍, 保利 一. 低濃度管理物質の曝露防止対策に関する基礎的研究. (2024): 労災疾病臨床研究事業費補助金「ベリリウム等の低濃度管理物質に対する有効な曝露防止対策に関する研究」(211101-01) 令和 5 年度総括研究報告書. 1-10

G. 健康危険情報

該当なし

H. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表・講演等
 - 2-1. 東 秀憲: 作業環境中のエアロゾルの計測とリスク (低濃度管理物質の曝露防

止対策に関する基礎研究～呼吸用保護具のフィットテストと顔サイズの影響因子の相関～), 日本エアロゾル学会主催エアロゾルシンポジウムシリーズ, 2023 年 4 月

2-2. 東 秀憲, 大藪貴子, 檜室文里, 渋谷晃弘, 中山 彩, 石田尾徹, 山本 忍, 保利一: 防じんマスクのフィットファクタと顔サイズ因子の相関, 第 41 回産業医科大学学会, 2023 年 10 月

2-3. 東 秀憲, 大藪貴子, 檜室文里, 渋谷晃弘, 中山 彩, 石田尾徹, 山本 忍, 保利一: 呼吸用保護具のフィットファクタと顔サイズパラメータとの相関, 第 62 回労働衛生工学会, 2023 年 11 月

2-4. 東 秀憲: 化学工学と労働衛生分野における職場の健康のためのエアロゾル技術 (呼吸用保護具のフィットテストと顔サイズ因子との相関), 北九州化学工学懇話会第 77 回講演会, 2024 年 1 月

I. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
該当無し
2. 実用新案登録
該当無し
3. その他
該当無し

Table 1 Respirator protective equipment. (* tested by N95 companion mode)

Disposable type			Replaceable type			P-PAPR
a. KOKEN ハイテック 350 *	b. 3M 8210 J-DS2 *	c. SHIGEMATSU DD11-S2-5 *	d. KOKEN 1015-02 *	e. KOKEN 1005RRX-05 *	f. SHIGEMATSU TW01SC	g. SHIGEMATSU Sy11V3A
						

Table 2 Results of Fit-test. (Number of Fail)

	Subjects (Female)	Disposable type			Replaceable type			P-PAPR
		a	b	c	d	e	f	g
PortaCount*	20(8)	0(0)	1(1)	1(1)	0(0)	2(2)	1(1)	1(1)
PortaCount	20(11)	0(0)	9(6)	0(0)	2(1)	0(0)	2(2)	3(3)
AccuFIT	20(11)	0(0)	9(6)	1(1)	0(0)	0(0)	2(2)	4(3)
MT-11D	20(11)	1(1)	8(6)	1(1)	0(0)	1(1)	2(2)	5(4)

* tested in 2022 and learning data tested by PortaCount[8]

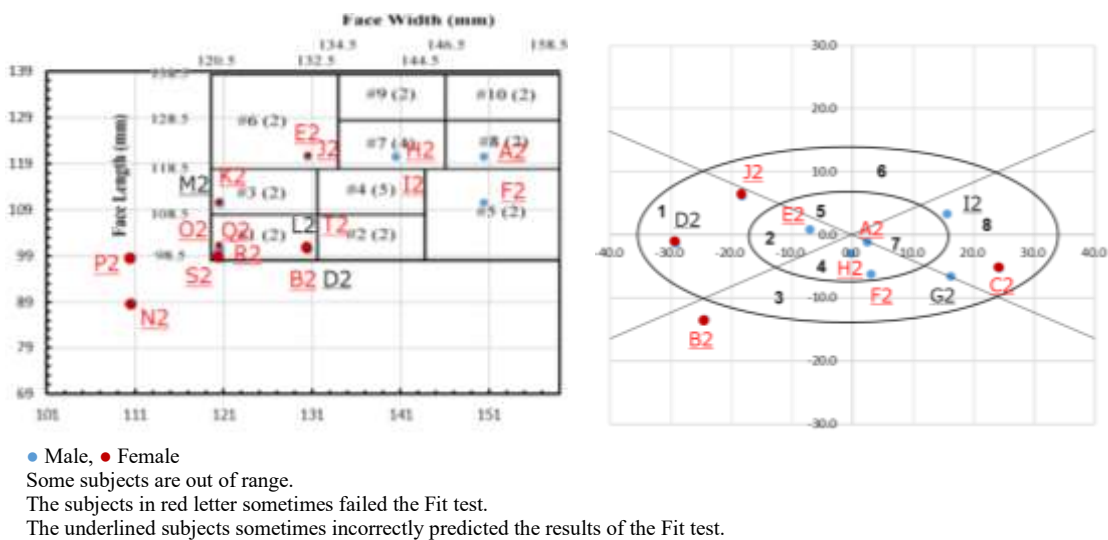
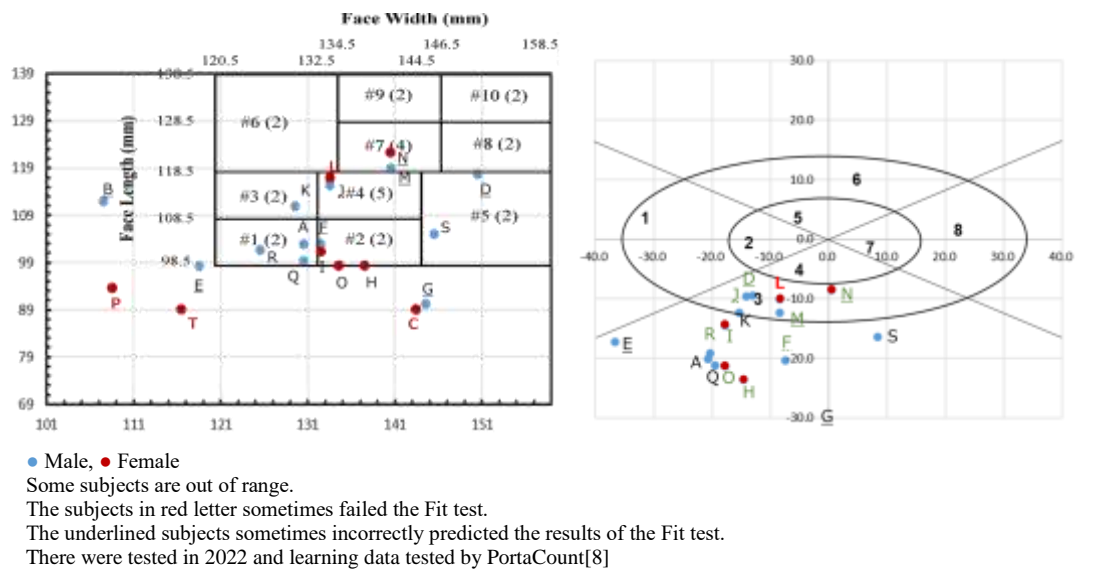
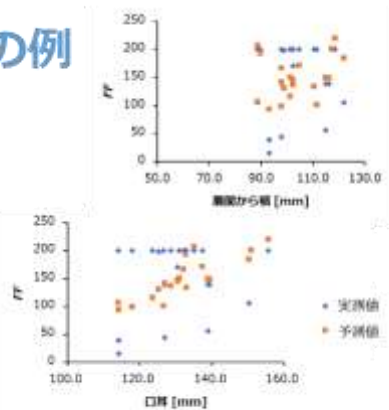


Fig.1 Face size distribution in NIOSH-PCA panel.

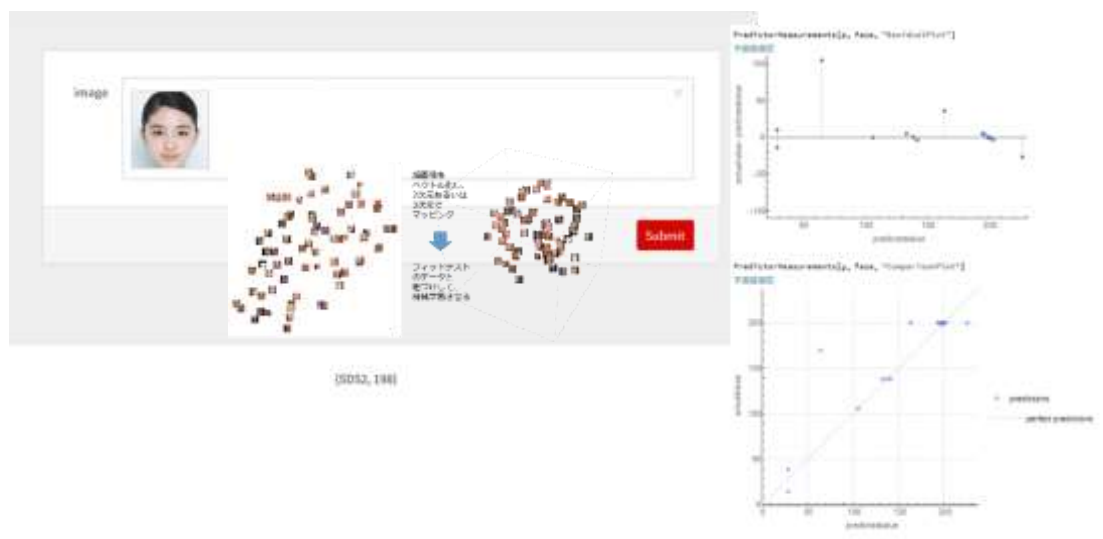
パラメータ決定の例 (DD11-S2-5)



$$FF = a + b \times \text{縦幅} + c \times \text{口耳}$$

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>n</i>	<i>R</i>
All Data	84.99	1.172	-0.4205	180	0.124
DD11-S2-5	-187.3	-2.846	4.871	27	0.520

(a) Regression equation



(b) Face recognition

Fig.2 Image of parameter adjusting for (a) Regression equation and (b) Face recognition.

Table 3 Estimated results of Fit-factor by Regression equation.

(Learning data, Experimental results are tested by PortaCount[8])

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A	153	200	187	200	119	200	137	200	146	200	138	200	167	200	163
B	163	182	204	200	119	200	101	200	145	200	129	200	241	200	100
C	138	200	162	101	115	200	206	200	155	200	161	2	42	200	265
D	177	200	215	125	77	200	201	199	200	200	201	200	173	200	115
E	145	200	179	158	139	200	98	200	120	200	106	200	183	200	170
F	154	200	187	130	116	170	145	200	150	200	143	200	159	200	167
G	139	200	164	200	118	200	193	200	150	200	154	200	60	200	253
H	148	200	179	165	116	200	167	200	152	108	150	200	119	200	200
I	152	200	185	162	116	200	150	200	150	200	145	200	149	200	175
J	171	138	211	158	97	139	150	200	173	156	166	200	210	200	104
K	164	200	202	199	109	200	134	200	158	200	148	200	205	200	121
L	172	200	213	24	96	138	148	200	174	200	167	177	217	6	98
M	179	200	217	200	69	200	220	200	211	200	215	200	160	200	118
N	182	149	223	139	76	106	185	200	201	115	198	200	208	200	84
O	147	200	179	175	124	138	141	200	140	200	134	200	143	198	189
P	138	200	170	131	147	39	93	166	110	4	96	200	167	200	191
Q	148	200	181	131	126	198	130	200	137	200	128	200	158	200	178
R	150	200	185	116	128	200	116	200	134	200	123	200	182	200	160
S	158	200	192	120	104	200	172	200	166	178	164	200	145	200	167
T	133	200	162	182	149	200	106	200	109	18	97	200	135	200	220

(Estimated, (1) compared to Experimental results tested by PortaCount)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	177	182	181	87	95	200	235	55	203	200	244	200	174	200	108
B2	166	200	196	145	141	175	143	200	178	200	142	200	184	184	175
C2	177	200	181	146	95	200	235	49	203	200	244	200	174	200	108
D2	174	200	198	173	147	200	178	200	184	200	166	200	155	200	190
E2	160	200	179	76	84	200	165	200	191	200	195	200	231	200	77
F2	180	200	190	200	124	200	226	200	197	200	219	200	148	200	158
G2	176	200	189	144	121	200	206	200	194	200	205	200	165	200	149
H2	170	200	180	198	90	200	204	200	198	200	223	200	199	200	95
I2	160	197	179	109	84	200	165	200	191	200	195	200	231	200	77
J2	163	200	179	14	85	200	176	200	193	200	202	200	222	200	82
K2	158	200	187	106	109	192	135	200	181	200	155	200	223	200	118
L2	169	200	197	120	144	200	158	200	181	200	153	200	171	200	182
M2	158	200	187	200	109	200	135	200	181	200	155	200	223	200	118
N2	168	200	214	19	196	200	108	200	163	200	80	3	147	6	267
O2	166	200	197	141	142	200	146	200	179	200	144	200	181	200	176
P2	147	200	197	44	139	200	96	200	169	200	105	200	215	200	107
Q2	159	200	187	40	110	200	138	200	182	200	157	200	221	47	119
R2	162	120	187	48	112	180	149	200	184	110	165	200	212	200	124
S2	163	200	198	5	145	200	128	200	175	200	127	12	190	6	179
T2	173	186	197	1	146	200	171	200	183	200	162	200	161	200	188

Table 3 continue

(Estimated, (2) compared to Experimental results tested by AcuuFIT)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	177	200	181	129	95	200	235	200	203	200	244	200	174	23	108
B2	166	200	196	200	141	200	143	200	178	200	142	200	184	200	175
C2	177	200	181	157	95	180	235	200	203	200	244	200	174	200	108
D2	174	200	198	117	147	200	178	200	184	200	166	200	155	200	190
E2	160	200	179	31	84	200	165	200	191	200	195	200	231	200	77
F2	180	200	190	200	124	200	226	200	197	200	219	200	148	200	158
G2	176	200	189	112	121	200	206	200	194	200	205	200	165	200	149
H2	170	200	180	200	90	200	204	200	198	200	223	200	199	200	95
I2	160	200	179	200	84	200	165	200	191	200	195	200	231	200	77
J2	163	200	179	11	85	108	176	200	193	200	202	200	222	127	82
K2	158	200	187	51	109	200	135	200	181	200	155	200	223	200	118
L2	169	200	197	200	144	200	158	200	181	200	153	200	171	200	182
M2	158	200	187	200	109	200	135	200	181	200	155	200	223	200	118
N2	168	200	214	14	196	200	108	200	163	200	80	5	147	18	267
O2	166	200	197	77	142	200	146	200	179	200	144	200	181	200	176
P2	147	200	197	53	139	200	96	200	169	200	105	200	215	200	107
Q2	159	200	187	200	110	73	138	200	182	200	157	200	221	58	119
R2	162	200	187	75	112	200	149	200	184	200	165	200	212	200	124
S2	163	200	198	13	145	200	128	172	175	200	127	12	190	6	179
T2	173	200	197	13	146	200	171	200	183	200	162	112	161	200	188

(Estimated, (3) compared to Experimental results tested by MT-11D)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	177	200	181	103	95	200	235	200	203	200	244	200	174	200	108
B2	166	200	196	116	141	200	143	200	178	200	142	200	184	77	175
C2	177	36	181	31	95	200	235	200	203	96	244	200	174	6	108
D2	174	161	198	150	147	104	178	200	184	136	166	200	155	200	190
E2	160	137	179	31	84	145	165	159	191	200	195	200	231	200	77
F2	180	121	190	68	124	200	226	200	197	200	219	200	148	200	158
G2	176	200	189	117	121	200	206	200	194	131	205	200	165	200	149
H2	170	200	180	200	90	200	204	200	198	200	223	200	199	200	95
I2	160	200	179	200	84	200	165	200	191	200	195	200	231	200	77
J2	163	200	179	24	85	46	176	200	193	200	202	200	222	72	82
K2	158	200	187	83	109	200	135	200	181	200	155	200	223	200	118
L2	169	200	197	200	144	200	158	200	181	200	153	200	171	200	182
M2	158	200	187	200	109	200	135	200	181	152	155	200	223	200	118
N2	168	200	214	19	196	200	108	200	163	200	80	3	147	8	267
O2	166	200	197	152	142	200	146	200	179	200	144	200	181	40	176
P2	147	200	197	109	139	200	96	200	169	200	105	200	215	200	107
Q2	159	200	187	9	110	200	138	200	182	200	157	200	221	200	119
R2	162	200	187	109	112	200	149	200	184	200	165	200	212	200	124
S2	163	200	198	15	145	200	128	200	175	200	127	200	190	200	179
T2	173	200	197	135	146	200	171	200	183	200	162	47	161	200	188

Table 4 Estimated results of Fit-factor by Face recognition.

(Learning data, Experimental results are tested by PortaCount[8])

	最適予測値 平均値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A	198	200	200	200	200	200	196	200	187	200	200	200	203	200	198
B	196	182	179	200	200	200	195	200	200	200	200	200	200	200	200
C	140	200	200	101	154	200	200	200	200	200	198	2	1	200	27
D	169	200	174	125	127	200	164	199	135	200	184	200	200	200	199
E	200	200	208	158	156	200	200	200	200	200	234	200	203	200	199
F	168	200	206	130	194	170	65	200	199	200	204	200	199	200	108
G	203	200	220	200	202	200	200	200	200	200	197	200	202	200	197
H	180	200	201	165	167	200	200	200	199	108	108	200	187	200	200
I	175	200	200	162	161	200	203	200	198	200	196	200	164	200	106
J	137	138	140	158	154	139	133	200	184	156	124	200	200	200	25
K	184	200	157	199	167	200	199	200	198	200	200	200	164	200	200
L	137	200	199	24	26	138	142	200	201	200	183	177	210	6	1
M	198	200	189	200	197	200	196	200	200	200	204	200	199	200	198
N	156	149	176	139	139	106	106	200	158	115	117	200	201	200	196
O	173	200	201	175	178	138	139	200	165	200	204	200	200	198	125
P	125	200	154	131	130	39	29	166	164	4	3	200	195	200	202
Q	189	200	209	131	131	198	199	200	200	200	201	200	186	200	195
R	193	200	206	116	116	200	227	200	200	200	203	200	200	200	198
S	186	200	204	120	121	200	200	200	199	178	179	200	200	200	197
T	158	200	196	182	167	200	200	200	201	18	19	200	126	200	197

(Estimated, (1) compared to Experimental results tested by PortaCount)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	170	182	194	87	148	200	128	55	148	200	189	200	184	200	201
B2	132	200	87	145	139	175	159	200	165	200	0	200	170	184	206
C2	159	200	73	146	165	200	244	49	127	200	162	200	191	200	150
D2	163	200	254	173	202	200	93	200	120	200	146	200	180	200	148
E2	161	200	230	76	178	200	147	200	113	200	116	200	129	200	216
F2	171	200	226	200	168	200	140	200	127	200	177	200	160	200	198
G2	135	200	30	144	175	200	75	200	138	200	97	200	206	200	222
H2	155	200	196	198	172	200	164	200	91	200	156	200	132	200	176
I2	157	197	258	109	164	200	132	200	128	200	58	200	104	200	257
J2	173	200	250	14	174	200	185	200	122	200	107	200	133	200	238
K2	158	200	214	106	176	192	104	200	128	200	159	200	120	200	204
L2	165	200	175	120	169	200	121	200	184	200	162	200	146	200	200
M2	130	200	150	200	136	200	141	200	77	200	35	200	107	200	265
N2	172	200	235	19	172	200	168	200	201	200	169	3	125	6	136
O2	151	200	142	141	128	200	177	200	104	200	184	200	121	200	198
P2	164	200	195	44	186	200	141	200	135	200	152	200	169	200	168
Q2	172	200	221	40	184	200	85	200	183	200	129	200	191	47	210
R2	160	120	109	48	158	180	196	200	130	110	169	200	158	200	202
S2	190	200	247	5	181	200	214	200	173	200	171	12	142	6	200
T2	178	186	217	1	171	200	196	200	169	200	203	200	153	200	137

Table 4 continue

(Estimated, (2) compared to Experimental results tested by AcuuFIT)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	170	200	194	129	148	200	128	200	148	200	189	200	184	23	201
B2	132	200	87	200	139	200	159	200	165	200	0	200	170	200	206
C2	159	200	73	157	165	180	244	200	127	200	162	200	191	200	150
D2	163	200	254	117	202	200	93	200	120	200	146	200	180	200	148
E2	161	200	230	31	178	200	147	200	113	200	116	200	129	200	216
F2	171	200	226	200	168	200	140	200	127	200	177	200	160	200	198
G2	135	200	30	112	175	200	75	200	138	200	97	200	206	200	222
H2	155	200	196	200	172	200	164	200	91	200	156	200	132	200	176
I2	157	200	258	200	164	200	132	200	128	200	58	200	104	200	257
J2	173	200	250	11	174	108	185	200	122	200	107	200	133	127	238
K2	158	200	214	51	176	200	104	200	128	200	159	200	120	200	204
L2	165	200	175	200	169	200	121	200	184	200	162	200	146	200	200
M2	130	200	150	200	136	200	141	200	77	200	35	200	107	200	265
N2	172	200	235	14	172	200	168	200	201	200	169	5	125	18	136
O2	151	200	142	77	128	200	177	200	104	200	184	200	121	200	198
P2	164	200	195	53	186	200	141	200	135	200	152	200	169	200	168
Q2	172	200	221	200	184	73	85	200	183	200	129	200	191	58	210
R2	160	200	109	75	158	200	196	200	130	200	169	200	158	200	202
S2	190	200	247	13	181	200	214	172	173	200	171	12	142	6	200
T2	178	200	217	13	171	200	196	200	169	200	203	112	153	200	137

(Estimated, (3) compared to Experimental results tested by MT-11D)

	all予測値	350	最適予測値	8210 J-DS2	最適予測値	DD11-S2-5	最適予測値	1015-02	最適予測値	1005RRX-05	最適予測値	TW01SC	最適予測値	Sy11V3A	最適予測値
A2	170	200	194	103	148	200	128	200	148	200	189	200	184	200	201
B2	132	200	87	116	139	200	159	200	165	200	0	200	170	77	206
C2	159	36	73	31	165	200	244	200	127	96	162	200	191	6	150
D2	163	161	254	150	202	104	93	200	120	136	146	200	180	200	148
E2	161	137	230	31	178	145	147	159	113	200	116	200	129	200	216
F2	171	121	226	68	168	200	140	200	127	200	177	200	160	200	198
G2	135	200	30	117	175	200	75	200	138	131	97	200	206	200	222
H2	155	200	196	200	172	200	164	200	91	200	156	200	132	200	176
I2	157	200	258	200	164	200	132	200	128	200	58	200	104	200	257
J2	173	200	250	24	174	46	185	200	122	200	107	200	133	72	238
K2	158	200	214	83	176	200	104	200	128	200	159	200	120	200	204
L2	165	200	175	200	169	200	121	200	184	200	162	200	146	200	200
M2	130	200	150	200	136	200	141	200	77	152	35	200	107	200	265
N2	172	200	235	19	172	200	168	200	201	200	169	3	125	8	136
O2	151	200	142	152	128	200	177	200	104	200	184	200	121	40	198
P2	164	200	195	109	186	200	141	200	135	200	152	200	169	200	168
Q2	172	200	221	9	184	200	85	200	183	200	129	200	191	200	210
R2	160	200	109	109	158	200	196	200	130	200	169	200	158	200	202
S2	190	200	247	15	181	200	214	200	173	200	171	200	142	200	200
T2	178	200	217	135	171	200	196	200	169	200	203	47	153	200	137

Table 5 Estimated results of Fit-test. (Number of Fail and Accuracy Rate)

Regression eq.	Subjects(Female)	Disposable type			Replaceable type			P-PAPR
		a	b	c	d	e	f	g
No. of Fail	20(8)	0(0)	5(2)	2(1)	0(0)	2(2)	2(1)	3(2)
PortaCount*	A.R., %	100	75	95	100	100	95	90
No. of Fail	20(11)	0(0)	6(2)	1(1)	0(0)	1(1)	0(0)	4(1)
PortaCount	A.R., %	100	55	95	90	95	90	65
AccuFIT	A.R., %	100	45	95	100	95	90	60
MT-11D	A.R., %	95	60	90	100	90	90	65
Face recognition	Subjects(Female)	a	b	c	d	e	f	g
No. of Fail	20(8)	0(0)	1(1)	2(1)	0(0)	2(2)	1(1)	3(2)
PortaCount*	A.R., %	100	100	95	100	100	100	90
No. of Fail	20(11)	3(2)	0(0)	3(2)	2(0)	4(1)	0(0)	0(0)
PortaCount	A.R., %	85	55	85	80	80	90	85
AccuFIT	A.R., %	85	55	90	90	80	90	80
MT-11D	A.R., %	90	60	80	90	75	90	75

* tested in 2022 and learning data tested by PortaCount[8]

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
該当なし					

その他

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年月
東 秀憲, 大藪貴子, 檜室文里, 渋谷晃弘, 中山 彩, 石田尾徹, 山本忍, 保利 一	防じんマスクのフィットファクタと顔サイズ因子の相関	産業医科大学 学会総会 学術講演・ 展示抄録集	第41回 24	16	2023.10
東 秀憲, 大藪貴子, 檜室文里, 渋谷晃弘, 中山 彩, 石田尾徹, 山本忍, 保利 一	呼吸用保護具のフィットファクタと顔サイズパラメータとの相関	労働衛生工学会 抄録集	第62回 K-09	40-41	2023.11