

図1上部の名称は、50項目を因子分析によりグループ化した際につけた因子名である。これら8因子を独立変数、「運転室に対する満足度」および「運転しやすさ」を従属変数とした重回帰分析を実施した結果、下式が得られた。いずれも「基本姿勢」満足度の係数をもっとも大きく、影響が大きいことが示された。

$$\begin{aligned} \text{運転室満足度} &= 0.45 \times \text{「基本姿勢」} + 0.43 \times \text{「全体スペース」} + 0.27 \times \text{「集中容易性」} + 0.17 \times \text{「操作性」} + 4.4 \quad (r=0.70 \quad r^2=0.48) \\ \text{運転しやすさ} &= 0.58 \times \text{「基本姿勢」} + 0.12 \times \text{「操作性」} + 0.05 \times \text{「外界視認性」} + 0.32 \times \text{「交代容易性」} + 0.12 \times \text{「集中容易性」} + 4.0 \quad (r=0.67 \quad r^2=0.45) \end{aligned}$$

運転士が着座姿勢を変えるために調節できる部位はイスのみであるが、その際に最重視する事柄の選択率を図2に示す。「眼の高さ」の割合が最も高く、身長が低いほど「足がつく」、身長が高いほど「その他」の割合が高かった。「その他」の主な内容は「足がぶつからないこと」であった。乗務員へのヒアリング結果もあわせ、身長が低い人や高い人では、足がつかない、もしくは操作卓にぶつかるために、眼の高さが低くなったり、マスコンに近づけないという負担が生じていることが明らかになった。

3. 改善案の作成

上記の問題の解決として、図3に示すように、情報入力源である眼の高さと、操作機器であるマスコンへの距離を優先し、体格が小さい者の眼を前下方、体格が大きい者の眼を後上方とする改善コンセプトを作成した。設計の基準とする眼の位置を基準アイポイント（以降、基準EP）、そこから下方視角（ここでは15°とした）に沿って引いた線を基準アイラインと呼び、眼がこの線より上にある場合に「下方視角が確保される」とみなした。予備実験により作成した運転台寸法の改善案を表1に示す。案①、案①bは現行車両を模擬したもの、案②、案③は提案であり、案②は足台高さが1段階、案③は2段階である。案①bは案①から座席調節範囲の制限をなくしたものである。

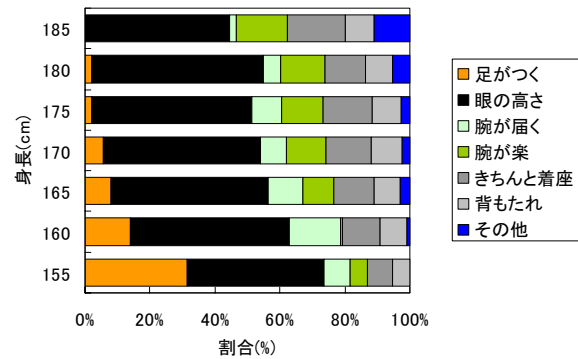


図2 イス調節時に最重視する事柄

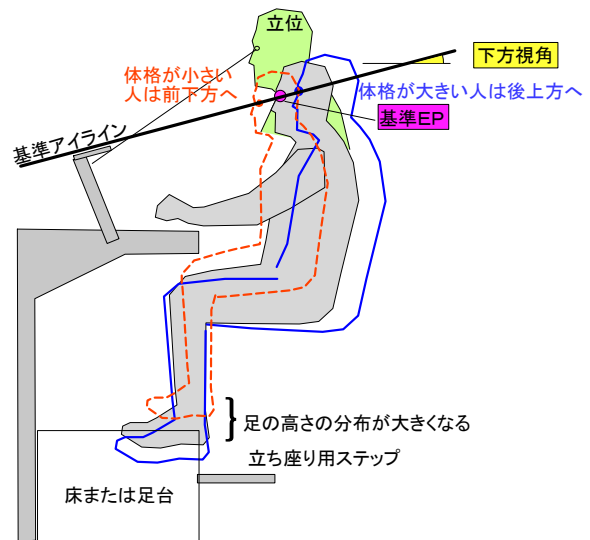


図3 改善コンセプト

表1 現行および第1次改善案の運転台寸法抜粋（単位：mm）

	①	①b	②	③
操作卓天板高さ	495		520	
操作卓天板厚み	120		40	
床	1425		1500	
足台高さ	1225		1210	1240と1160
座面高さ	780±50		制限なし	
座席前後移動	40～160		制限なし	

※高さの原点は基準EPとし、下を正とする。

4. 改善案の評価

4.1 第1次案の評価

足台高さ、座面高さ、座面前後位置を変更可能な実験装置を作成し、一般被験者 52 名（靴を履いた身長 144.4cm～188.0cm）で、表1に示す改善案の評価を行なった。靴を履いた身長 160cm 未満を身長L（平均 156.2cm）、160cm～175cm 未満を身長M（平均 167.1cm）、175cm 以上を身長H（平均 182.2cm）とした。運転姿勢は統制し、足がつかない場合には、足がつくように浅く腰掛けることとし、そのような状態を半着座と呼ぶこととした。下方視角の確保、主観評価、半着座の発生有無を指標とした。

案①では、身長Lの 68.4%、Mの 42.9%、Hの 0.0%で座面高さ不足のために下方視角が確保できず、身長によらず 80%程度で前方向の座席調節が不足した。案①b では、身長Lの 52.4%、Mの 25.0%、Hの 11.8%で、大腿がつかえるために座面をあげられなかった。

「適合性（身体にあっているか）」の主観評価平均値を図4に示す。案と身長による2要因の分散分析の結果、案の差が有意であり（ $p<0.05$ ）、身長差および身長と案の交互作用は有意でなかった。多重比較の結果、案①<案②・案③、案①b<案③であった。

半着座率を図5に示す。案③の半着座率は案①・案①bより低いものの、身長Lでは80%が半着座であり、改善が不十分であると考えられた。案③の2種類の足台のうち、低い方を選択すると予想された身長Hでも過半数が高い方を選択した。

以上から、改善コンセプトに基づく案②・案③は、現行を模擬した案①より体格適合性が向上したと言えるが、足台高さが不十分であったといえる。

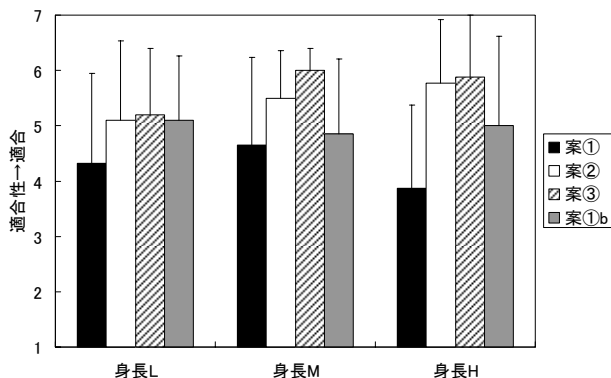


図4 適合性評価平均値

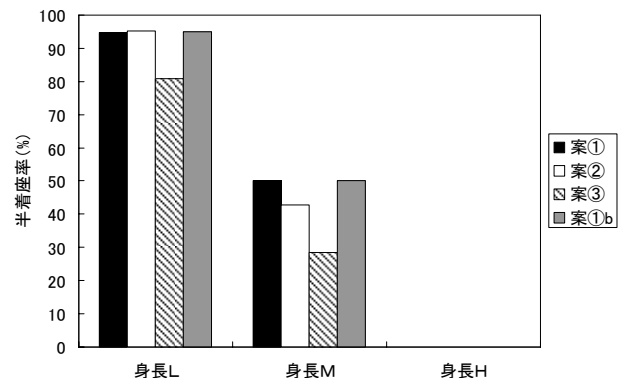


図5 半着座率

4.2 第2次案の評価

上記を受けて、足台を 40mm 程度高くした第2次案(案②'、案③'とする)を作成し、運転士 30 名(身長 153cm～183cm)で改善効果を確認した。案③'では全員が下方視角を確保でき、身長 160cm 以上で半着座が発生しなかった。適合性評価の平均値を図6に示す。案③'の評価が案①'(案①とほぼ同じ)より高い傾向が見られ、案③'ではすべての身長グループで平均値が「4（どちらでもない）」以上となった。案③'では身長 156cm で足がついたケースもあったが、身長 150cm 程度まで対応することを考えると、足台がもう少し高い方がよいと考えられた。図7に、半着座率と、座面-足台間距離の身長に対する割合（相対座面高とする）の関係を示す。半着座が発生しない相対座面高は、身長の 28%以下であった。座面高さと同7から推定すると、身長 150cm で半着座が発生し

ない足台高さは、基準 EP から約 1100mm であった。

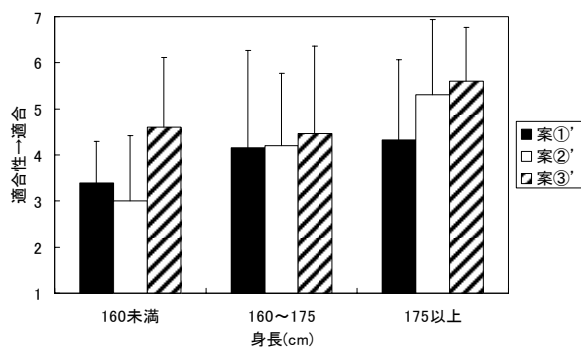


図 6 適合性評価平均値

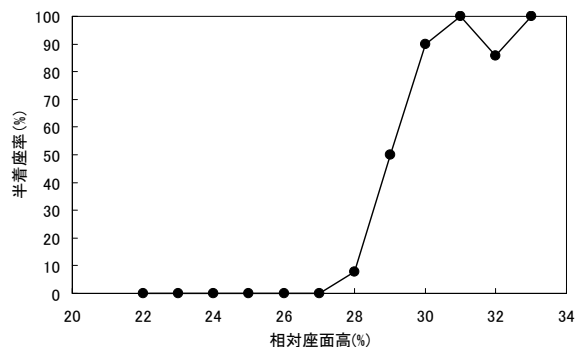


図 7 半着座率と相対座面高の関係

5. 体格差に対応するための寸法算出手順

得られた知見を整理し、操作卓があるタイプの運転台を対象として、体格適合性を向上させるための設計手順を下記に示す。対応する身長範囲を、女性 5 パーセンタイル（低い順に並べて 5 パーセント目にあたる数値、F5 と表記する）から男性 95 パーセンタイル（M95）とした。

- ① 必要とされる外界の視覚情報を基に、設計時の基準 EP および必要な下方視角を決定する。
- ② 基準 EP からの相対位置で、標準体型（M50）において適切な操作レバーの位置を決定する。
- ③ 人体寸法値を参照に、広範な体格（F5～M95）の眼を配置する。眼の前後位置は腕の長さに応じて調節し、その前後位置で基準アイラインより上となるような眼の高さとする。
- ④ 各体格の眼の位置と、運転姿勢における座位眼高から、座面高さの分布を推定する。
- ⑤ 推定された座面高さ、および図 7 の関係から、広範な体格で問題のない足台の高さを選定する。相対座面高の計算例を表 2 に示す。表中の×印は、足がつかないことを示す。
- ⑥ 足回りの空間を確保する。座席の調節範囲に、姿勢変化を考慮した余裕を加える。床からの座面高さに応じて、立ち座りへの配慮を行う。操作卓周りの機器を配置する。
- ⑦ 広範な体格の運転士による確認や修正を行う。

表 2 相対座面高(%)の計算例

体格 (推定座面高 mm)	F5 (676)	F50 (713)	M50 (758)	M95 (780)	
足台高さ (mm)	1210	×	×	26.4	23.9
	1190	×	×	25.2	22.8
	1170	×	28.9	24.1	21.7
	1150	×	27.7	22.9	20.5
	1130	×	26.4	21.7	19.4
	1110	28.9	25.1	20.6	18.3

※高さは基準 EP を 0 とし、下を正とする

6. まとめ

乗務員室に関するアンケート調査を実施し、体格差に起因する問題の実態把握を行なった。身長が低い人、高い人では、足回りの寸法的な制約のため、眼や手が適切な位置をとれない場合があった。これに対して、眼の高さとマスコンまでの距離を優先するというコンセプトで改善案を作成し、従来より広い体格に対応することを確認した。以上で得られた知見を基に、設計時に体格差を考慮に入れるための寸法算出手順を作成した。

調査の実施にご協力いただきました関係の方々に深謝いたします。