

## 1. はじめに

自動車の空調機器開発においては、CAE (Computer Aided Engineering) による開発の効率化が図られ、設計段階での車室内温熱環境の予測が容易となっている。しかし、重要な品質評価項目である快適感については、車室内の複雑な環境下での生理・心理反応のモデル化が難しく、十分な精度を持つ推定手法がなかった。ここでは、空調時の自動車室内の非定常、不均一な温熱環境が乗員に引き起こす温度感覚、温熱的快・不快感覚を計算機上で推定する技術を紹介する。

## 2. 方法

温熱的快・不快感覚発現のプロセスを模擬してFig. 1の3つのモデルを作成した。

### 2.1 人体熱モデル

「暑い・寒い」で表現される温度感覚は、人間の皮膚温状態が脳への入力となって発現する<sup>1)</sup>。そこで、始めに車室内温熱環境と乗員の熱収支に基づいて乗員の皮膚温分布を推定する。

本モデルは乗員の外形と筋肉、脂肪、骨などの内部構造を有限要素法で表現し、体内での発熱と体外への熱放散を身体部位ごとに計算する。人間の伝熱に特徴的な体温調節反応は、ASHRAEの2-nodeモデル<sup>2)</sup>をベースに独自に計測した部位別の発汗、皮膚血流量特性を組み込んだ。乗員の着衣量、座席の熱抵抗は境界条件として設定し、身体部位や季節の着衣量の違いを考慮できるようにした。

### 2.2 部位別温度感覚推定モデル

次に、推定した皮膚温に基づいて顔、胴、腕、足など

7部位の温度感覚を推定する。

温度感覚は皮膚温だけでなく、その変化率にも依存する<sup>3)</sup>ので、温度感覚推定モデルは皮膚温とその変化率を入力、温度感覚を出力とする階層型ニューラルネットワーク(以下、N.N.)群で作成した。

### 2.3 快・不快感推定モデル

快・不快感覚は、日常的な経験から温度感覚の分布パターンに基づいて発生すると仮説を立て、推定することにした。本モデルは前段で推定した温度感覚分布を入力、温熱的快・不快感を出力とする階層型N.N.で作成した。

## 3. 結果

冷房時の推定結果の一例をFig. 2に示す。官能評価との比較の結果、本技術は冷房時・暖房時ともに皮膚温： $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内、温度感覚：11段階の申告尺度に対して $\pm 1$ 以内、快・不快感覚：7段階の申告尺度に対して $\pm 1$ 以内の推定が可能で、乗員の温熱感覚を精度良く予測できることを確認した。

## 参考文献

- 1) Hensel, H.: Thermoreception and Temperature Regulation, (1981), 179, Academic Press, London
- 2) Gagge, A. P., et al.: ASHRAE Trans., 92-2B(1986), 709
- 3) Taniguchi, Y., et al.: SAE Tech. Pap. Ser., No.920169  
(2001年1月29日原稿受付)

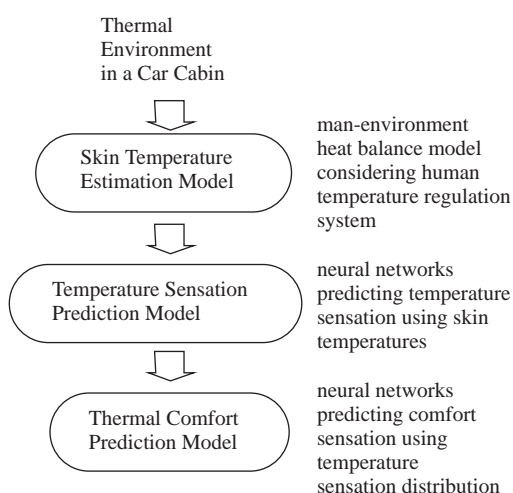


Fig.1 Schematic of the models.

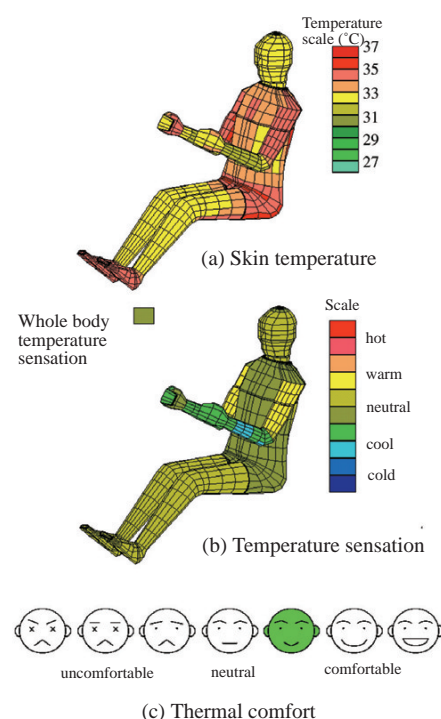


Fig. 2 An example of thermal comfort prediction.