

# 各種 Virtual Manikin の開発とグリッドライブラリ構築

## 第 1 報 Virtual Manikin の基本情報とライブラリ化

### Development of Virtual Manikins and Its Grid Library for CFD Analysis, Part 1

堀田太郎\* 伊藤 一秀\*\*  
Taro HOTTA, Kazuhide ITO

Keyword : Virtual Manikin, Grid Library, CFD

#### はじめに

室内環境研究が人体周辺に形成される微気象レベルまでマイクロ化している現在、解析に用いられる人体モデルに関しても、より実現象に沿った現実的な詳細モデルが必要となる。すでに、実人体形状を詳細に再現した人体モデル(Computer Simulated Person、Numerical Thermal Manikin、Virtual Manikin 等と呼ばれることが多い)として、加藤、村上らのモデル<sup>文1)</sup>、Sorensen<sup>文2)</sup>、Topp<sup>文3)</sup>のモデルならびに田辺、尾関らのモデル<sup>文4)</sup>が室内環境予測に用いられており、特にCFD解析により人体周辺に形成される流れ場、温度場ならびに汚染物質拡散場等の詳細な予測が行われている。更に人体皮膚表面温度や人体からの放熱性状に関する解析も行われている。すなわち室内環境予測において、ほぼ実人体形状を再現した数値モデルを用いた解析を行うことは、現状の計算機資源において十分に可能となっている。しかしながら、詳細な人体形状を再現した Virtual Manikin のメッシュ生成には多大な時間を要することが多く、室内環境解析に Virtual Manikin を適用する際の一つの障壁となっていると言える。また、上述した既存の数値人体モデルは座位もしくは立位の女性形状

のみ(もしくは女性形状を基に中性化したモデル)がターゲットで、それ以外の人体形状や人体スケールは殆ど扱われていない。

このような背景のもと、本研究では、CFD をベースとした室内環境解析に簡易に適用が可能な各種の数値人体モデル(Virtual Manikin)を開発・整備することを目的とする。特に、児童スケール、成人男性スケールおよび成人女性スケールの3種類の人体スケールにおいて、詳細なグリッドデザインを施した Virtual Manikin のメッシュデータを提供する。更に、これらのメッシュデータをライブラリ化し、各種の汎用流体解析ソフトウェアでの使用が可能なフォーマットで整備することを最終目的とする。

#### 1. Virtual Manikin の開発概要

本報を含む一連の研究では、成人男女ならびに7歳程度の子供の人体スケールを再現した Virtual Manikin の開発を行うものである。特に本報では7歳児モデルと成人男性モデルの開発概要を中心に述べる。本報で開発する Virtual Manikin は2種類の姿勢(座位モデルおよび立位モデル)を対象とする(図 1)。詳細に人体形状を再現するため、耳、鼻等(図 3)の幾何形状も再現して

表 1 Surface Area of the Individual Segment of the Manikin

Segment	Seated Model			Standing mode		
	(1) Child	(2) Male	(3) Female	(1) Child	(2) Male	(3) Female
Area of Whole body [m <sup>2</sup> ]	0.848	1.725		0.847	1.721	
Volume of Whole body [m <sup>3</sup> ]	0.022	0.064		0.022	0.064	
Height of body [m]	1.048	1.351		1.289	1.736	
Smallest Surface Mesh Size [mm <sup>2</sup> ]	0.490	1.042		0.490	1.042	
Largest Surface Mesh Size [mm <sup>2</sup> ]	154.933	490.672		151.715	424.385	
The Number of Surface Mesh	20,085	31,136		18,971	31,320	
Area of left and right Foot [m <sup>2</sup> ]	0.023	0.049		0.023	0.049	
Area of left and right Leg [m <sup>2</sup> ]	0.063	0.119		0.060	0.111	
Area of left and right Thigh [m <sup>2</sup> ]	0.079	0.168	開発中	0.071	0.151	開発中
Area of left and right Hand [m <sup>2</sup> ]	0.019	0.039		0.019	0.038	
Area of left and right Arm [m <sup>2</sup> ]	0.030	0.060		0.030	0.071	
Area of left and right Shoulder [m <sup>2</sup> ]	0.035	0.073		0.037	0.074	
Area of Pelvis [m <sup>2</sup> ]	0.102	0.191		0.123	0.265	
Area of Chest [m <sup>2</sup> ]	0.079	0.189		0.079	0.191	
Area of Back [m <sup>2</sup> ]	0.073	0.159		0.068	0.127	
Area of Face [m <sup>2</sup> ]	0.036	0.063		0.036	0.060	
Area of Neck [m <sup>2</sup> ]	0.059	0.078		0.059	0.088	

\* 東京工芸大学大学院 修士課程

\*\* 東京工芸大学工学部建築学科 助教授 工博

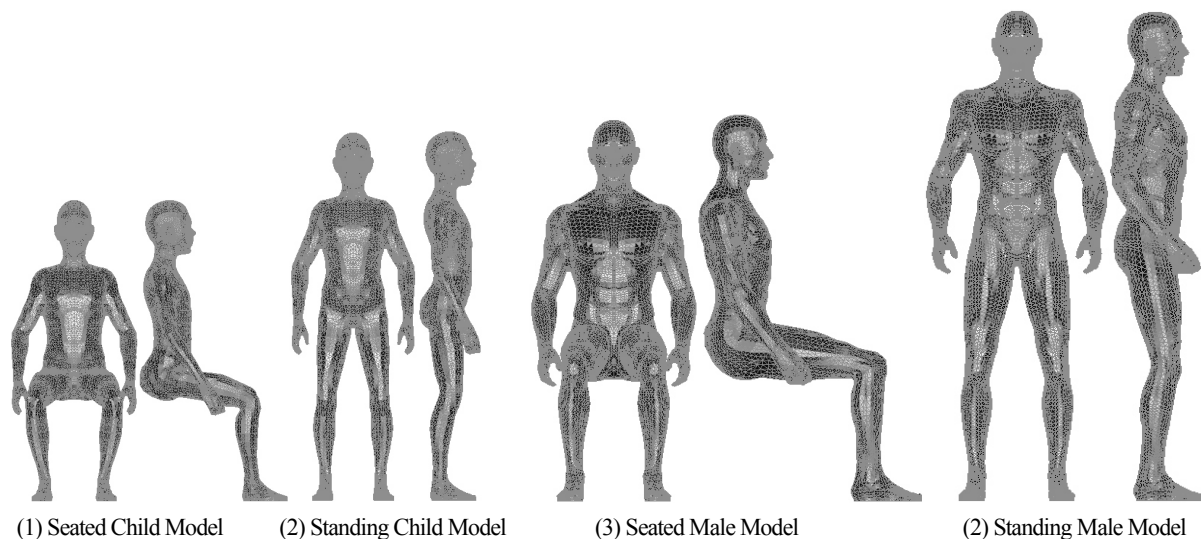


図1 Outline of Virtual Manikin

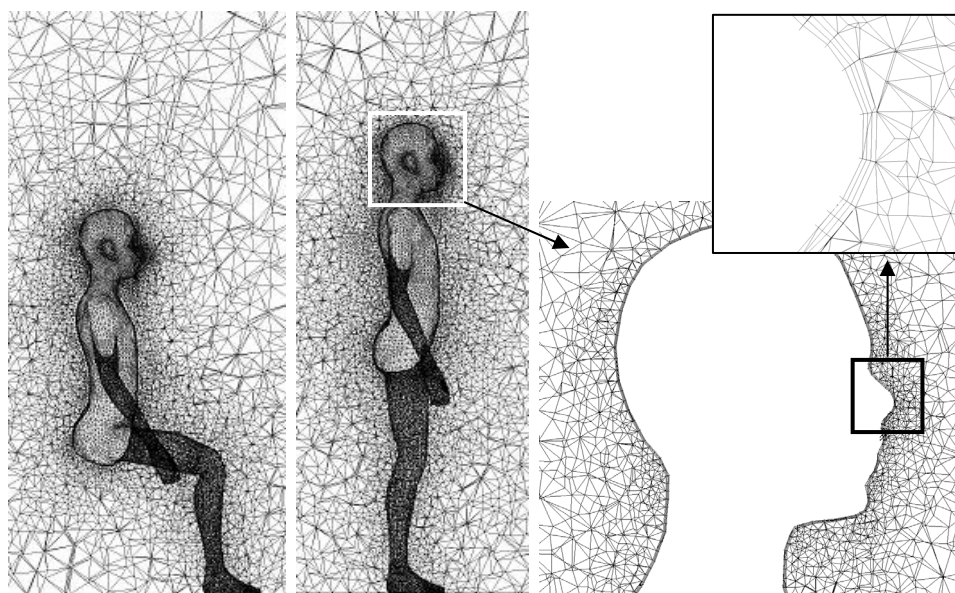


図2 Grid Design Around Virtual Manikin

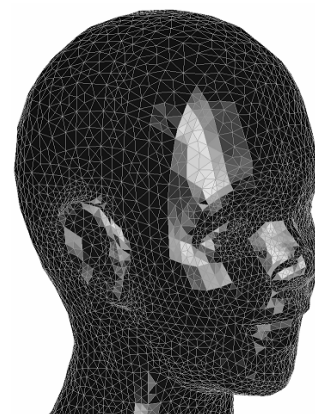


図3 Zoom of the face

いる。表1に本研究で開発する成人男性モデル(Male)、成人女性モデル(Female)、7歳児童モデル(Child)の各人体モデルの基本情報を示す。Virtual Manikinは、実験用サーマルマネキンの制御に合わせて、17部位にフェース分割されており、各部位の放熱量、表面温度等を制御、解析することが可能である。

## 2. グリッドライブラリ化

Virtual Manikin 周囲のグリッドデザインの一例を図2に示す。本研究で開発する Virtual Manikin は汎用的な CFD コードでの使用を目的として、①人体表面メッシュのみを施したグリッドデータ、②人体表面法線方向に1mm幅でテトラメッシュ(4メッシュ分)を配したグリッドデータの2種類を用意し、ライブラリ化する。

## 3. 結論

Male・Female・Childの3種類かつ立位・座位の2種類の姿勢を対象とした Virtual Manikin 開発概要を示すと共

に、グリッドライブラリ化の概要を報告した

続報では、開発した Virtual Manikin をモデル室内中央部に設置して、対流・放射連成解析を行ったベンチマークテスト結果に関して報告する。

## 【参考文献】

- [1] Murakami, S., Kato, S., Zeng, J., (1997) Flow and Temperature fields around human body with various room air distribution, CFD study on Computational thermal manikin part 1., ASHRAE Transactions, Vol. 103, Part 1
- [2] Sorensen, D.N. and Voigt, L.K. (2003) Modeling flow and heat transfer around a seated human body by Computational Fluid Dynamics, Building and Environment, Vol.38, No.6, pp. 753-762
- [3] Topp C, Nielsen PV, Sorensen DN. (2002) Application of computer simulated persons in indoor environmental modeling, ASHRAE Transactions 108 (2) 1084-9
- [4] 尾関義一, 平松徹也, 小西正哲, 中野淳太, 田辺新一(2002) 日射環境下におけるサーマルマネキン周りの対流熱伝達率の評価、日本建築学会計画系論文集、No.555、pp.29-36