

平成9年度新エネルギー・産業技術総合開発機構研究受託
成果報告書
開発項目「コンピュータ・マネキンに関する国際標準規格」

平成10年3月

社団法人 人間生活工学研究センター
コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会

平成9年度新エネルギー・産業技術総合開発機構研究受託成果報告書

開発項目「コンピュータ・マネキンに関する国際標準規格」

要旨：本研究開発においては、製品や環境の人間適合性を評価するためのコンピュータ・マネキンの開発を通じて、国際標準規格案を作成し、ISO 提案することを目標とする。

具体的な研究開発としては、人間の属性（年齢・性別等）に基づき変化する「形態モデル」の開発、姿勢や動作変化を可能とする「動態モデル」の検討、到達域や生体力学的負荷を評価する「評価モデル」の検討、また、上記機能を実現するための「コンピュータ機能」の開発を通じて国際標準規格案のISO 提案を行った。本研究開発の成果を以下に示す。

〔開発〕 下記特徴を持つコンピュータ・マネキンの開発を終了した。

- ・人体寸法計測項目について規定したISO7250人体寸法計測数値に基づく「形態モデル」の再現機能
- ・関節可動域データに基づく姿勢・動作変化機能
- ・到達域等の幾何学的な人間適合性評価機能
- ・Autodesk Mechanical Desktop 2.0へのプラグインとして上記機能を実現
- ・幅広い各種産業オプション、コンピュータ・マネキンの進化による機能拡張を可能とするモジュール構成によるプラットフォームの構築

〔国際標準化〕 下記基本概念を持つISO 国際標準規格案を提案した。

- ・ISO7250を応用拡張した規格であることを主張
- ・コンピュータ・マネキンは人間適合性技術の1つであることを主張
- ・家庭環境、オフィス等の広い適用範囲を主張
- ・コンピュータ・マネキンに求められる最低限の機能事項を提案

重要語：人間適合性、コンピュータ・マネキン、3次元CAD、ISO7250、形態モデル、動態モデル、評価モデル、プラットフォーム、ユーザI/F、国際標準規格

SUMMARY: The objective of this research and development is to enable the use of computer manikins to evaluate the human friendliness of products and environments, in order to present an international standardization proposal to the ISO.

The specific research and development which was conducted and which formed the basis of our ISO proposal included the development of a changeable "structure model" based on human attributes (such as age and gender), the investigation of a "motion model" which enables changes to be made in posture and movement, and the study of an "evaluation model" to evaluate the attainment range and physiological load. We also developed a number of computer functions in order to achieve the above-described development functions. The results of this research and development are given below.

We completed development of computer manikins with the following characteristics:

- ・A reproducibility function for the "structure model" based on the anatomical measurement values of ISO7250.
- ・A posture and motion modification function based on range data for joint articulation.
- ・A human friendliness evaluation function with an attainment range and other geometrical factors.
- ・Application of the above-described functions as a plug-in for Autodesk Mechanical Desktop 2.0.

· As a wide-ranging cross-industry option, we developed a platform configuration with a modular structure that allows functions to be expanded as further progress is made in computer manikins.

For the purpose of international standardization we presented a proposal to the ISO with the following basic concepts:

- An emphasis on standards which extend the application of ISO7250.
- An emphasis on the computer manikin as one element of human suitability technology.
- An emphasis on a wide scope of application, i.e., in household environments, offices, etc.
- A proposal for the minimum set of functions required in a computer manikin.

KEYWORD : Human Friendliness, Computer · Manikin, Three Dimensional CAD, ISO7250, Structure Model, Motion Model, Estimation Model, Platform, User I/F, International Standard

目次

まえがき	1
要約表	3
第1章 はじめに	4
1.1 コンピュータ・マネキン開発効果	4
1.2 国際標準規格化の経済上の意義	4
1.3 国際標準規格化の現状及び動向	5
1.3.1 現状分析	5
1.3.2 課題	6
1.4 研究計画	6
1.5 研究開発体制	7
1.6 委員会活動経緯	9
第2章 コンピュータ・マネキン開発概要	11
2.1 コンピュータ・マネキン開発基本構想	11
2.1.1 コンピュータ・マネキンの定義	11
2.1.2 開発の理念	11
2.1.3 開発の基本構想	11
2.1.4 開発ステップ	12
2.2 国際標準化を指向したコンピュータ・マネキンに求められる機能	12
第3章 コンピュータ・マネキンの機能概要	17
3.1 形態モデル	17
3.1.1 計測データ形式変換機能	17
3.1.2 統計処理機能	18
3.1.3 形態モデル自動生成機能	20
3.1.4 体節寸法詳細推定式の検討	27
3.1.5 関節点位置の推定	45
3.1.6 代表データの作成	46
3.2 動態モデル	48
3.2.1 Forward Kinematics による姿勢制御機能	48
3.2.2 Inverse Kinematics による姿勢制御機能	48
3.3 評価モデル	49
3.3.1 ISO計測項目/寸法値の表示機能	50
3.3.2 最大到達域表示機能	50
3.4 プラットフォーム	50
3.4.1 ソフトウェア構造	50
3.4.2 人体特性データベース	52
3.4.3 インターフェース	52
3.5 標準骨格モデル	53

3. 6	応用事例検討	53
第4章	ソフトウェア仕様	56
4. 1	コンピュータ・マネキンソフトウェア仕様	56
4. 1. 1	システム概要	56
4. 1. 2	開発プラットフォーム	57
4. 1. 3	実装方法	57
4. 1. 4	実現機能	58
4. 1. 5	クラスダイアグラム	63
4. 1. 6	コンピュータ・マネキン開発に使用した装置	66
4. 2	標準骨格モデル仕様	67
第5章	国際標準規格化	72
5. 1	ISO/TC159/SC3の活動内容	72
5. 1. 1	活動経緯	72
5. 1. 2	ISO/TC159組織図	72
5. 1. 3	SC3の活動内容	72
5. 2	コンピュータ・マネキン国際標準規格化の活動経緯	73
5. 2. 1	CENとの調整経緯	73
5. 2. 2	国際標準規格化推進のための体制	73
5. 2. 3	国際標準規格化活動内容	74
5. 2. 4	今後の国際標準規格化活動スケジュール	77
第6章	おわりに	79
6. 1	本年度成果	79
6. 1. 1	コンピュータ・マネキン開発	79
6. 1. 2	国際標準規格化	79
6. 2	まとめ	79
	参考文献	80
	付録	
第1章	海外調査報告	1
1. 1	第1回海外調査報告	1
1. 2	第2回海外調査報告	11
1. 3	関連資料	19
第2章	コンピュータ・マネキン開発	68
2. 1	プログラム詳細スペック	68
2. 2	プログラム操作説明	101
2. 3	HQL日本人人体計測データベース	111
第3章	提案した国際標準規格案	121
3. 1	ISO国際標準規格案(和文)	121
3. 2	ISO国際標準規格案(英文)	127

まえがき

日常の生活や就労の場などの環境、そこで使用される製品、これらの技術は急速に進歩している。一方、これらの環境や製品が人間に適合していないために生じる誤動作、誤判断、事故、健康への悪影響などのマイナス面が顕在化してきているのも事実である。(図1) また、急速に進展する高齢化社会は、このマイナス面を深刻化させている。このような背景より、「環境や製品と人間との適合性に視点を置いたモノづくり」への取り組みが企業や研究機関にて行われ始めた。

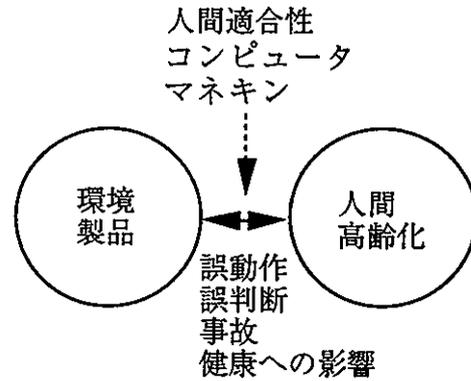


図1. 人間適合性

コンピュータ・マネキンとは、この人間と環境や製品の適合性を研究・設計段階において評価するためのコンピュータシステムのことで、狭義には、コンピュータ内に人間の諸特性を再現させることを言い、広義には、コンピュータ内に仮想的に構築された環境や製品を、狭義のコンピュータ・マネキンが直接に評価するコンピュータシステムのことを言う。

しかし、各々のプログラムの質や機能が異なっているため、評価結果について比較することは難しく、また、欧米とアジアでは体格等に違いがあることから日本としても積極的に規格化に取り組む必要がある。

次に、コンピュータ・マネキンを標準化することの経済的意義を以下記述する。

コンピュータ・マネキンを含めたCAD/CAM/CAE (コンピュータによる設計製造) 市場に関する市場規模は現在約3兆円程度であり、その中で、わが国は約26%のマーケットシェアを占めている。また、本市場は、今後2000年までに約1.3倍に拡大する見通しである。今後、人間対象の製品設計を行うためのCAD/CAM/CAEのうち製品設計にかかわるものについては、コンピュータ・マネキンの組み込み対象となることが予想されることから、本市場の多くがコンピュータ・マネキンの対象市場となる。(図2)

ここで、日本の標準を国際標準規格化することにより、単なるCAD/CAM/CAEシェア確保だけの問題にとどまらず、産業のグローバル化が進むなかマネキンの主たる適用対象である自動車、産業機械、オフィス、家具、住宅設備機器、アパレル等の(日本が得意とする)民生機器の設計標準の主導権争い、シェアにもかかわることが予想され、その経済的規模は測り知れない。(図3)

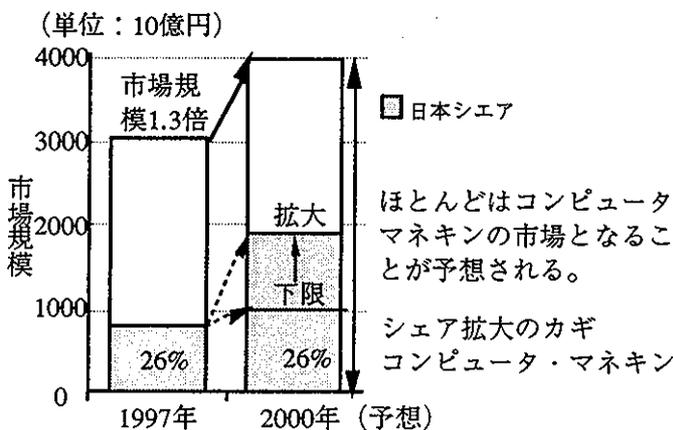
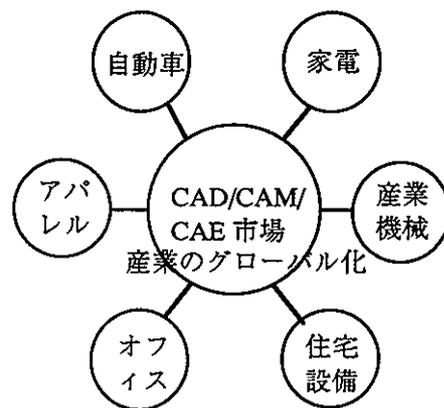


図2. CAD/CAM/CAE の市場規模



経済的波及効果は測り知れない。

図3. 標準化の経済的波及効果

本研究開発においては、設計支援ツールとしてのコンピュータ・マネキンの機能、及び、設計支援に必要な人間特性データ、さらには現在、製品設計等に利用されているCADシステムとのリンク形態の開発を通じて、国際標準規格を提案することを目標とした。

具体的な研究開発目標を以下に示す。(図4)

(a) 形態モデル コンピュータ内部で3次元形態モデルを再現するために必要なデータ計測方法、データベース、モデリング手法等を検討し、人間の属性(年齢・性別等)に基づき変化する機能を開発する。

(b) 動態モデル 形態モデルの姿勢や動作を変化させるために必要なデータ計測方法、データベース、変化シミュレータ機能を検討する。

(c) 評価モデル 人間適合性評価(到達域、力学的負荷等)機能を検討する。

(d) コンピュータ機能 上記機能をシミュレーションするためのコンピュータアーキテクチャー、OS等を含むプラットフォームおよびユーザインターフェースを開発する。

(e) 国際標準規格 国際標準規格原案のISO提案を行う。

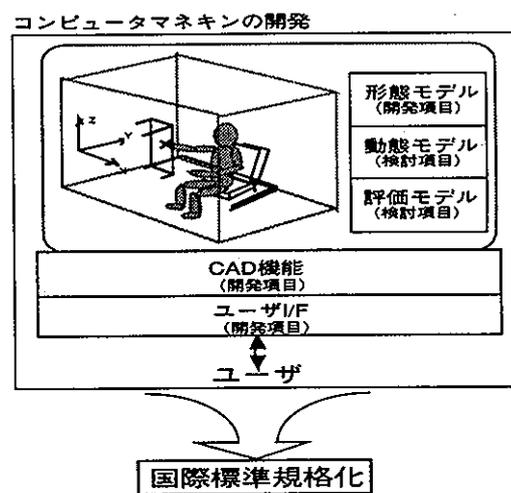


図4. 研究開発概要

なお、本研究開発においては、日本におけるコンピュータ・マネキンの要素技術研究者、人間工学分野のISO委員、また、ユーザである各種産業界の代表者からなる「コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会」(委員長:早稲田大学人間科学部教授 野呂影勇氏)を発足させ、開発および国際標準規格化の推進を行った。

本書においては、第1章にて背景および研究開発概要、第2章にてコンピュータ・マネキンの開発戦略、第3章にてコンピュータ・マネキンの機能概要、第4章にて開発したシステムのソフトウェア仕様、第5章にて国際標準規格化経緯、そして第6章にて本研究開発のまとめと今後の課題について報告する。

さらに、付録にて、海外調査報告、開発したシステムのプログラム詳細スペック・操作説明、そして、研究開発を通じて提案した国際標準規格案を添付する。

国際標準創成型研究開発；テーマ3：「コンピュータ・マネキンに関する国際標準規格」要約表

1. 研究題目：「コンピュータ・マネキンに関する国際標準規格」

2. 研究開発の目的：設計支援ツールとしてのコンピュータ・マネキンの機能および設計支援に必要な人間特性データ、さらには、製品設計等に利用されているCADシステムとのリンク形態等についての国際標準・規格案を作成し、提案することを目標とする。

3. 再委託先機関：(社) 人間生活工学研究センター

4. 国際標準の現状と標準化

1995年8月、TC159 (人間工学) /SC3 (人体計測と生体力学) において、コンピュータ・マネキンを New Work Item として採択、規格化への取り組みが推進されている。一方、CENにおいてもCEN/TC122/WG1においても数年前より取り組みがなされてきた経緯があり、ISOとCENは調整を図り共同にて規格化を進める必要が生じていた。日本の利益の規格化へ反映させるため、本研究開発を通じて作成したISO国際標準規格案をCENとの定期協議の場において先制的に提案、主張することが望まれている。

5. 研究開発の概要

以下の機能開発を行い、国際標準規格化を目指す。

- (a) 形態モデル コンピュータ内部で3次元形態モデルを再現するために必要なデータ計測方法、データベース、モデリング方法等を検討する。形態モデルは属性(日本人の人体寸法データをベースとした年齢・性別・身長値等)に基づき変化する機能を開発する。
- (b) 動態モデル コンピュータ内部で3次元形態モデルの姿勢や動作を変化させるために必要なデータ計測方法、データベース、姿勢・動作変化シミュレータ機能等を検討する。
- (c) 評価モデル 人間適合性(到達域、身体各部への力学的負荷等)の評価モデルを検討する。
- (d) コンピュータ機能 上記機能をシミュレーションするためのプラットフォームおよびユーザI/Fを開発する。
- (e) 国際標準規格 上記開発を通じて、国際標準規格原案のISO提案を行う。

6. 研究開発スケジュールと作業進捗率

表1に研究開発スケジュールを示す。尚、全ての研究開発を終了した。

7. これまでに得られた成果

委員会総会2回、ワーキンググループ会議8回開催し、研究開発を推進した。(活動経緯：表2参照)

(a) 形態モデル ISO7250に定められた人体寸法計測項目に基づく形態モデルの再現機能を開発した。また、本モデルは、属性(HQL日本人人体寸法データベースの年齢・性別・身長値等)に基づき変化する。

(b) 動態モデル 関節可動域データに基づく姿勢・動作変化機能を検討した。

(c) 評価モデル 人間適合性評価機能として、到達域機能等を検討した。

(d) コンピュータ機能 Autodesk Mechanical Desktop2.0のプラグインとして上記機能開発を行った。また、本プラットフォームは分野別機能オプションおよびコンピュータ・マネキンの進化に応じて、順次機能付加可能なオブジェクト構造を持つことを特徴とする。

尚、開発したコンピュータ・マネキン概要を図2に示す。

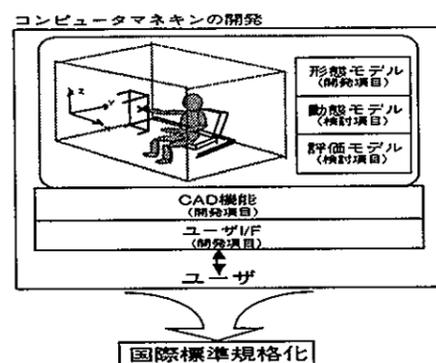


図1. 研究開発の概要



図2. コンピュータ・マネキン概要

表1. 研究開発スケジュール

項目	年・月	H9年												H10年	H11年
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
(1)形態モデル コンピュータ機能		機能調査・検討			機能仕様検討・作成						アルゴリズム・プログラム作成/検証			第2世代マネキン開発	
(2)動態モデル 評価モデル		機能調査・検討			機能仕様検討・作成						アルゴリズム作成・検証			第2世代マネキン開発	
(3)国際標準化		基本概念・適用範囲検討						規格原案(第1部)作成			ISO提案			規格(第1部)制定	規格(第2部)作成

表2. 委員会活動経緯

委員会開催経緯		委員会名		会議内容
開催日	開催日	委員会名	委員会名	会議内容
H9年 7月12日(土)	第1回委員会	第1回共同研究先会議	第1回委員会総会	本年度研究開発方針討議
8月8日(金)	第2回委員会	第1回委員会総会	第1回委員会総会	本年度研究開発方針審議
9月4日(木)	第3回委員会	第1回ISOワーキンググループ会議	第1回ISOワーキンググループ会議	ISO規格案(基本概念、適用範囲)討議
10月6日(月)	第4回委員会	第1回開発ワーキンググループ会議	第1回開発ワーキンググループ会議	コンピュータマネキン概要仕様討議
10月8日(水)	第5回委員会	第2回ISOワーキンググループ会議	第2回ISOワーキンググループ会議	CENコンピュータマネキン規格原案への対策会議
11月21日(金)	第6回委員会	第2回開発ワーキンググループ会議	第2回開発ワーキンググループ会議	コンピュータマネキン開発仕様書討議
12月15日(月)	第7回委員会	ISO、開発ワーキンググループ合同会議	ISO、開発ワーキンググループ合同会議	ISO規格原案(日本案)討議
H10年 1月9日(金)	第8回委員会	第3回開発ワーキンググループ合同会議	第3回開発ワーキンググループ合同会議	開発現状および課題についての討議
3月2日(月)	第9回委員会	第4回開発ワーキンググループ合同会議	第4回開発ワーキンググループ合同会議	開発現状および課題についての討議、システムデモ
3月27日(金)	第10回委員会	第2回委員会総会	第2回委員会総会	本年度研究開発に対する審議

8. 国際標準化へのアプローチ、実績と予定

実績：

平成9年6月25日 ISO/TC159/SC3 総会(フィンランドタンペレ)にて本研究開発における国際標準化の取り組みをSC3議長(名古屋市立大学井谷教授)を通じて報告。同時にCENとの調整を行い、今後両機関にて協力して規格化を推進していくことが正式に合意された。

平成9年9月22~24日 上記合意に基づき、第23回CEN/TC122/WG1会議(イギリスラフボロー)に日本人間工学会の推薦者として筑波大足立氏が参加、本研究開発を通じて検討したコンピュータ・マネキンの基本概念および適用範囲を主張した。(第1回海外調査) また同会議において、コンピュータ・マネキンの規格化を第1部(一般要求事項)、第2部(構造と寸法)に分けて推進することが合意された。

平成10年1月10日 筑波大足立氏がISOリエゾンエキスパートとして就任。

平成10年1月22日 本研究開発を通じて作成した規格原案第1部をISO/TC159/SC3国内対策委員会へ提出した。

平成10年2月16日 本規格案をリエゾンエキスパートを通じてCENへ先制的に提出、同時にSC3事務局長(HQL鈴木専務)を通じてISO P、Oメンバー国へ意見を求めるために配布した。

平成10年3月23~24日 第24回CEN/TC122/WG1会議(オーストリアザルツブルグ)に足立氏、鈴木事務局長が参加、ISO P、Oメンバー国の意見を統合したISO規格案第1部内容を主張、規格制定へ向けて日本の利益の反映を図った。(第2回海外調査)

予定：

平成11年3月末まで CENとの定期会議の場において、ISO P、Oメンバー国の意見を統合したISO規格案の主張を継続し、日本の利益を反映した最終的な国際標準規格第1部の制定を目指す。

また、コンピュータ・マネキン規格第2部(構造と寸法)の日本規格原案を作成し、ISO提案を行う。

以上

第1章 はじめに

本研究開発の目標はコンピュータ・マネキンを開発し国際標準規格を提案することである。研究開発にあたり、まずコンピュータ・マネキンの開発効果、国際標準規格化の重要性、また、国際標準規格化における現状と課題を検討し、本研究開発の計画を作成した。

本章では、上記検討結果、計画推進のための研究開発体制、および委員会活動経緯について報告する。

1.1 コンピュータ・マネキン開発効果

メガコンペティション（大競争）時代を迎え、企業においては製品の国際競争力を向上させることが、まさに生き残りをかけた唯一の手段となっている。また、近年のPL法施行に伴い、人に優しい製品開発は、企業にとって必須の命題ともなっている。このような背景より、製品設計段階において人間適合性をシミュレーション可能なコンピュータ・マネキンに対する期待が膨らんでいる。

コンピュータ・マネキンの開発効果としては、以下があげられる。

(1) 設計時間の大幅短縮効果

設計段階において人間適合性を評価可能なため、製品設計時間を大幅に短縮できる。

また、生産技術体系とのデータベース連携を図ることにより、この効果は相乗的に高まることが期待される。

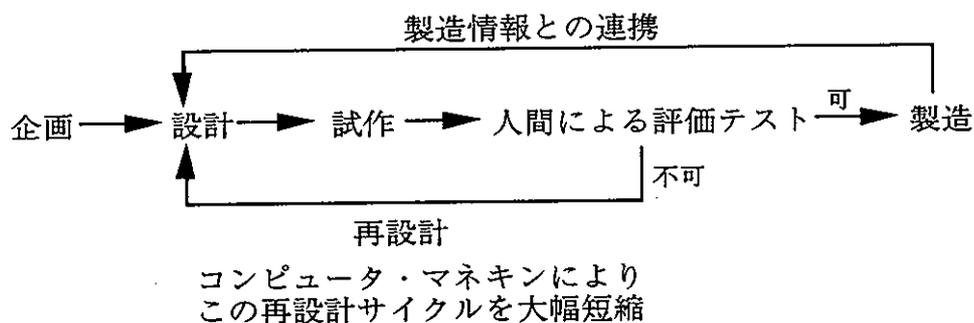


図5. 製品設計プロセス

(2) 人間適合性に優れた製品開発支援

これまでモノ中心であった製品設計を、3 DCAD 内に人間を再現させることにより、人間の諸特性（寸法、行動、感覚、知覚）に視点を置いた製品設計が可能となる。また本事例をデータベース化するによりPL、事故、安全性、快適性等の可能性（確率）のシミュレーションも可能となる。

1.2 国際標準規格化の経済上の意義

コンピュータ・マネキンを国際標準化することの経済上の意義を記述する。コンピュータ・マネキンを含めたCAD/CAM/CAE（コンピュータによる設計製造）市場に関する市場規模は現在約3兆円程度であり、その内で、わが国は約26%のマーケットシェアを占めている。また、本市場は、今後2000年までに約1.3倍に拡大する見通しである。今後、人間対象の製品設計を行うためのCAD/CAM/CAEのうち製品設計にかかわるものについては、コンピュータ・マネキンの組み込み対象となることが予想されることから、本市場の多くがコンピュータ・マネキンの対象市場となろう。

ここで、日本の標準を国際標準化することにより、単なるCAD/CAM/CAEシェア確保だけの問題に

とどまらず、産業のグローバル化が進むなか、マネキンの主たる適用対象である自動車、産業機械、オフィス、家具、住宅設備機器、アパレル等の（日本が得意とする）民生機器の設計標準の主導権争い、シェアにもかかわってくるのが予想され、その経済的規模は測り知れない。

1.3 国際標準規格化の現状及び動向

1994年6月、TC159（人間工学）/SC3（人体計測と生体力学）の幹事国業務（議長：井谷教授（名古屋市立大学）事務局：（社）人間生活工学研究センター）を日本が引き受けた。

1995年8月、コンピュータ・マネキンをNew Work Itemとして採択、正式にTC159/SC3/WG1にて規格化への取り組みが推進されている。

一方、CENにおいてもCEN/TC122/WG1においても数年前より取り組みがなされてきた経緯があり、ISOとCENは共同にて規格化を進める必要がある。同時に、CENとの定期協議の場において、規格案に対して意見を主張することで、日本の利益の反映を図る必要がある。（図6）

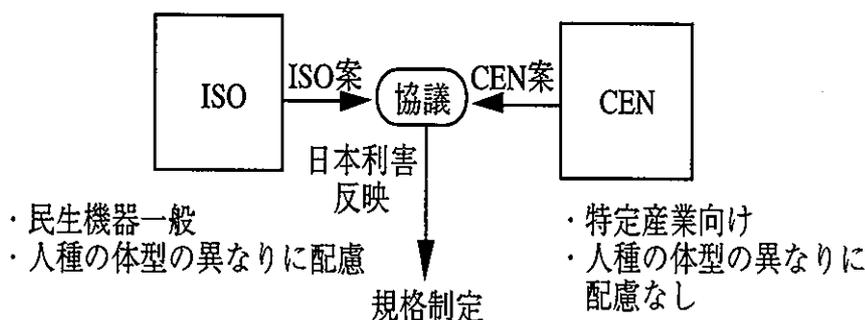


図6. 国際標準規格化動向

1.3.1 現状分析

次に、国際標準規格化における日本の現状分析と課題を整理する。（図7）

(1) 日本の脅威 CEN側はCADの黎明期より開発が試みられ、1980年代には自動車、労働環境の評価のためのシステムが開発・市販され、以後漸次高度化されている。しかしながら、日本での本格的な取り組みはなされておらず、この点が日本の弱みとなっている。

(2) 日本の機会：CEN側は各システム開発元の思惑が交錯し、規格案作りが非常に難航している。一方、日本にはコンピュータ・マネキンに関する要素技術が多く既に開発されており、また、規格化における障害が無いことが日本の強みとなっている。

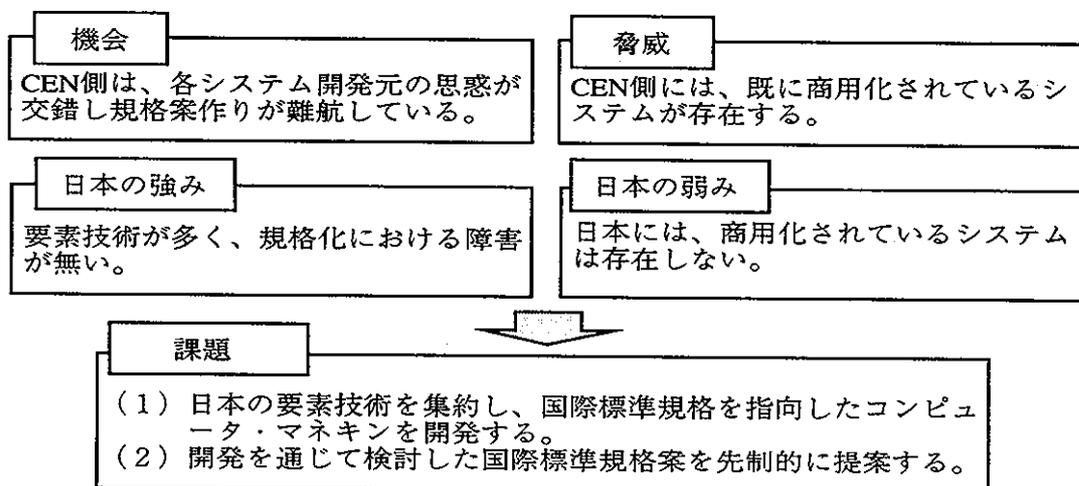


図7. 国際標準規格化現状と課題

1.3.2 課題

本研究開発を通じて、日本の要素技術を集約し、国際標準規格を指向したコンピュータ・マネキンを開発して、国際標準規格案を先制的に提案する必要がある。

1.4 研究計画

上記検討をふまえ、本研究開発においては設計支援ツールとしてのコンピュータ・マネキンの機能、及び、設計支援に必要な人間特性データ、さらには現在、製品設計等に利用されているCADシステムとのリンク形態の開発を通じて、国際標準規格を提案することを目標とした。

具体的な研究開発内容を以下に示す。

- (a) 形態モデル 3次元形態モデルを再現するために必要なデータ計測方法、データベース、モデリング方法等を検討し、人間の属性（年齢・性別等）に基づき変化する機能を開発する。
- (b) 動態モデル 形態モデルの姿勢や動作を変化させるために必要なデータ計測方法、データベース、変化シミュレータ機能を検討する。
- (c) 評価モデル 人間適合性評価（到達域、力学的負荷等）機能を検討する。

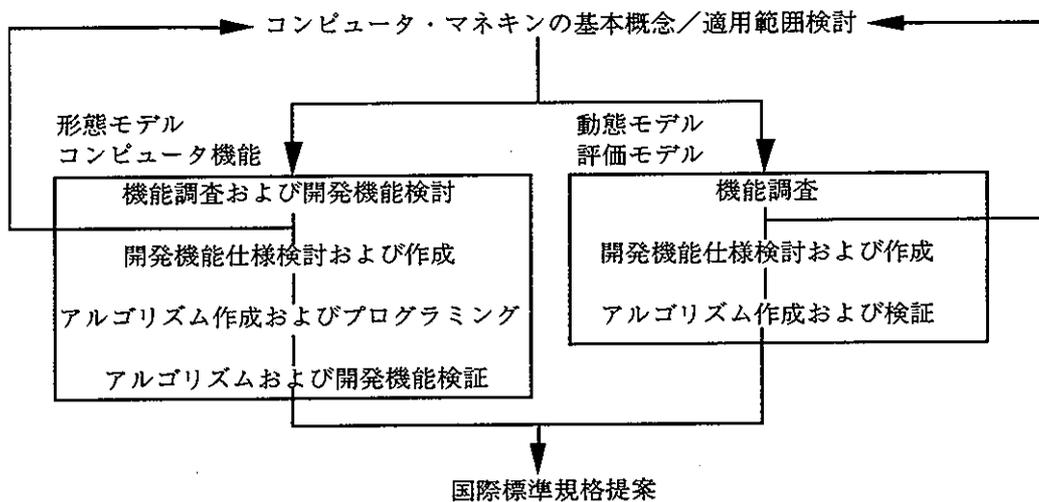


図8. 研究開発フロー

表1. 研究開発スケジュール

項目	年・月	H9年											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1)形態モデル コンピュータ機能		機能調査・検討		機能仕様検討・作成			アルゴリズム・プログラム作成/検証						
(2)動態モデル 評価モデル		機能調査・検討		機能仕様検討・作成			アルゴリズム作成・検証						
(3)国際標準化		基本概念・適用範囲							規格原案作成			ISO提案	

- " 高沖英二 (株) メタ・コーポレーション・ジャパン 代表取締役社長
- " 滝波純一 東レ (株) 技術 C CAE 開発室 研究員
- " 竹森利和 大阪ガス (株) 研究開発部 研究主鑑
- " 谷井克則 武蔵工業大学経営工学科 教授
- " 土屋和夫 日本 IBM (株) 技術推進・人間工学・RAS デザイン課 課長
- " 中小路哲也 (株) ワコール人間科学研究所 課長
- " 中村 治 工業技術院大阪工業技術研究所 部長
- " 野瀬憲治 イトーキクレビオ (株) 中央研究所 課長
- " 長谷川誠 (株) トヤマゴールドウイン CAD 部 部長
- " 花井利通 日産自動車 (株) 総合研究所 主任研究員
- " 福井幸男 工業技術院生命工学工業技術研究所 室長
- " 松岡克典 工業技術院大阪工業技術研究所 情報光学研究室長
- " 宮田圭介 (株) 小松製作所建機研究所第 4Gr 主任研究員
- " 宮本博幸 千葉工業大学情報工学科 教授
- " 宗平順己 (株) オージス総研 コンサルティング部 部長
- " 持丸正明 工業技術院生命工学工業技術研究所 研究官
- " 森元淳平 (株) 大林組 本店エンジニアリング部 取締役
- " 山岡俊樹 (株) 東芝本社デザインセンター 主幹
- " 横山一也 工業技術院生命工学工業技術研究所 研究官

ワーキンググループ

リーダー 渥美浩章 東北芸術工科大学デザイン工学部 教授

(以下、五十音順)

メンバー 足立和隆 筑波大学体育科学系 講師

- " 安達幸四郎 (株) 日立製作所デザイン研究所 研究員
- " 阿刀田央一 東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所 教授
- " 井谷 徹 名古屋市立大学医学部衛生学教室 教授
- " 岡田 明 大阪市立大学生活科学部生活環境学科 助教授
- " 河内まき子 工業技術院生命工学工業技術研究所 室長
- " 高沖英二 (株) メタ・コーポレーション・ジャパン 代表取締役社長
- " 谷井克則 武蔵工業大学経営工学科 教授
- " 福井幸男 工業技術院生命工学工業技術研究所 室長
- " 松岡克典 工業技術院大阪工業技術研究所 情報光学研究室長
- " 宗平順己 (株) オージス総研 コンサルティング部 部長
- " 持丸正明 工業技術院生命工学工業技術研究所 研究官
- " 山岡俊樹 (株) 東芝本社デザインセンター 主幹
- " 横山一也 工業技術院生命工学工業技術研究所 研究官

1.6 委員会活動経緯

コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会の活動経緯を表2に示す。

本年度、委員会総会2回、ワーキンググループ会議8回開催し、コンピュータマネキン開発および国際標準規格化を推進した。

表2. 委員会活動経緯

委員会開催経緯

開催日	委員会名	会議内容
H9年 7月12日 (土)	第1回委員会 第1回ワーキンググループ会議	本年度研究開発方針討議
8月8日 (金)	第2回委員会 第1回委員会総会	本年度研究開発方針に対する審議
9月4日 (木)	第3回委員会 第1回ISOワーキンググループ会議	ISO規格案 (基本概念、適用範囲) 討議
10月6日 (月)	第4回委員会 第1回開発ワーキンググループ会議	コンピュータマネキン概要仕様討議
10月8日 (水)	第5回委員会 第2回ISOワーキンググループ会議	CENコンピュータマネキン規格原案に対する対策会議
11月21日 (金)	第6回委員会 第2回開発ワーキンググループ会議	コンピュータマネキン開発仕様書討議
12月15日 (月)	第7回委員会 ISO、開発ワーキンググループ合同会議	ISO規格原案 (日本案) 討議
H10年 1月9日 (金)	第8回委員会 第3回開発ワーキンググループ合同会議	開発現状および課題についての討議
H10年 3月2日 (月)	第9回委員会 第4回開発ワーキンググループ合同会議	開発現状および課題についての討議、システムデモ
3月27日 (金)	第10回委員会 第2回委員会総会	本年度研究開発成果に対する審議

(1) 第1回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会

第1回幹事会

- ・開催日時 平成9年7月12日 (土) 13:00～17:00
- ・開催場所 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館6階69号室
- ・テーマ 本年度研究開発方針討議
- ・出席者 9名

(2) 第2回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会

第1回委員会総会

- ・開催日時 平成9年8月8日 (金) 13:30～15:30
- ・開催場所 東京都港区新橋1-18-1 航空会館7階第2・第3会議室
- ・テーマ 本年度研究開発方針審議
- ・出席者 43名

(3) 第3回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会

第1回ISOワーキンググループ会議

- ・開催日時 平成9年9月4日 (金) 15:00～17:00
- ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシュB3階会議室
- ・テーマ ISO規格案 (基本概念、適用範囲) 討議
- ・出席者 10名

(4) 第4回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会

プラットフォーム、構造、機能・評価、標準骨格ワーキンググループ会議

- ・開催日時 平成9年10月6日 (月) 14:00～16:00
- ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシュ7階会議室
- ・テーマ コンピュータ・マネキン概要仕様検討
- ・出席者 14名

- (5) 第5回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
第2回ISOワーキンググループ会議
- ・開催日時 平成9年10月8日(水) 10:00～12:00
 - ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシユ7階会議室
 - ・テーマ CENコンピュータ・マネキン規格原案への対策会議
 - ・出席者 9名
- (6) 第6回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
第2回プラットフォーム、構造、機能・評価、標準骨格ワーキンググループ会議
- ・開催日時 平成9年11月21日(金) 14:00～16:00
 - ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシユ7階会議室
 - ・テーマ コンピュータ・マネキン開発仕様討議
 - ・出席者 17名
- (7) 第7回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
ISO、開発ワーキンググループ合同会議
- ・開催日時 平成9年12月15日(月) 14:00～16:00
 - ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシユ7階会議室
 - ・テーマ ISO規格原案(日本案)討議
 - ・出席者 14名
- (8) 第8回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
第3回プラットフォーム、構造、機能・評価、標準骨格ワーキンググループ会議
- ・開催日時 平成10年1月9日(金) 14:00～16:00
 - ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシユ7階会議室
 - ・テーマ 開発現状および課題についての討議
 - ・出席者 14名
- (9) 第9回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
第4回プラットフォーム、構造、機能・評価、標準骨格ワーキンググループ会議
- ・開催日時 平成10年3月2日(月) 14:00～16:00
 - ・開催場所 東京都港区虎ノ門1-1-21 虎ノ門アルシユ7階会議室
 - ・テーマ 開発現状および課題についての討議 デモを交えて
 - ・出席者 14名
- (10) 第10回コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会
第2回委員会総会
- ・開催日時 平成10年3月27日(金) 13:30～15:30
 - ・開催場所 東京都港区新橋1-18-1 航空会館7階第2・第3会議室
 - ・テーマ 本年度研究開発成果審議
 - ・出席者 39名

第2章 コンピュータ・マネキン開発概要

開発にあたっては、まず長期的展望にもとづく開発基本構想（定義、理念、開発ステップ）をたて、国際標準規格化を指向したコンピュータ・マネキンに求められる基本的機能を検討した上で仕様を設定し、実施した。

2.1 コンピュータ・マネキン開発基本構想¹⁾

2.1.1 コンピュータ・マネキンの定義

(1) 基本的な定義

狭義にはコンピュータにより生成される人間のモデルであるが、本開発研究では、そのモデルを用いて人間と製品や環境との相互作用を検討するコンピュータ・シミュレーション・システム、と定義する。

(2) 活用目的からの定義

1) テスティング・ツールとしてのコンピュータ・マネキン

安全性、健康性、利便性、快適性の確保のために人間と開発設計された、もしくは開発設計途上にある製品や環境との間のミスフィット（不適合）要因を検出し、改善点を明らかにすることを目的とする。

2) イノベーション・ツールとしてのコンピュータ・マネキン

人間が用いる製品や環境を供給する企業にとっては、人間主体の視点からの開発設計は必然的課題である。とくに利便性、快適性に優れた製品を創造するためには、開発コンセプト策定などの初期段階から人間特性を考慮する探索的、発見的取り組みが必要である。コンピュータ・マネキンは、開発の初期段階から用いることで、これまで不可能であった人間の姿を常に捉え、その特性を考慮しながら製品や環境を発想、設計案に絞り込んでいく人間主体の開発設計プロセスを実現する有力な手段となる。

2.1.2 開発の理念

(1) 製品および環境の設計、評価の手段とすることで、人間特性とのミスフィットを解消し、超高齢社会への対応、安全性確保等の社会要請課題に応える。

(2) 人間主体の新たな産業の創出をうながし、より豊かな社会の実現に貢献する。

(3) 上記目的のために、コンピュータ・マネキンがさまざまな産業分野、研究分野で幅広く活用される必要があるため、マネキンの開発・運用をオープンかつ自由に行えるプラットフォームを構築する。

(4) 人間特性に関する研究の進展、また様々な活用場面で要請される諸機能に対応するため、コンピュータ・マネキンは上記プラットフォーム上で常に進化し、またバリエーション展開されるものとする。このためには諸機能の追加、更新が容易なモジュール構成方式を採用する。

(5) コンピュータ・マネキンは利用者が主体性をもって制御できるものとする。このため、わかり易さ、使い易さ等を十分配慮したものとする。

2.1.3 開発の基本構想

前述したように、本開発研究ではコンピュータ・マネキンを、コンピュータにより生成される人間のモデルであるマネキンを用いて、人間と製品や環境との相互作用を検討するコンピュータ・シミュ

レーション・システム、と定義しているが、開発に際しては、まずマネキンそのものが人間のどのような特性を備えるか（モデル化）が問題となる。これについては下記のように大別して取り組む。

- (1) 形態モデル（寸法、体型、表面形態の生成）
- (2) 動態モデル（姿勢・動作制御機能、基本姿勢、動作の発生機能）
- (3) 自律神経モデル（体温調節、発汗・放熱、生体リズムなどの生理機能模擬推定）
- (4) 認知・行動モデル（感覚知覚した情報と自己の状況の統合判断、自律的運動機能）
- (5) 心理負荷モデル（心身の負荷に対する応答・順応機能）

また製品や環境との適合性を検討、評価するために、それぞれについて「評価モデル」を構築し、シミュレーションシステムを構成していく。

将来的には人間科学の進歩により、コンピュータ内に知能を備えるマネキンを創造することも考えられるが、本開発研究の目標はあくまで人間適合性の設計支援手段であり、その時点でモデル化が可能な側面、部分についてシステムを構築し実用に供しながら進化させていく必要がある。今年度はその出発点として、機能を絞り込んだ第1世代のマネキンを開発するとともに、今後、多分野の関係者が開発と運用に参画できるようにするため、機能の拡充、更改がオープンにできるプラットフォームの構築に取り組む。

また対象分野については、住宅、アパレル、自動車、生活機器、オフィス機器、医療福祉、保健体育、新産業分野等、幅広く対応する必要があるが、それぞれの分野特有の検討課題があり、マネキンの特性やシミュレーション等の支援内容は異なってくる。しかし第一歩としては、諸分野のコンピュータマネキンに対応するコアとなるシステムをまず構築しておく必要がある。

2.1.4 開発ステップ

(1) 第1世代コンピュータ・マネキンの開発（今年度目標）

人間計測データをもとに、スケルトン（骨格系）モデルを軸とする形態モデルの生成と姿勢変換が可能なシステムをカーネルとして構築し、人間の形態、姿勢等と製品・環境との「空間的もしくは幾何学的な対応関係」を検討するための諸機能を組み込む。

またプラットフォームとしては、具体的には機能の拡充、更改が可能なモジュール方式のプログラム開発と開発環境の共有化を実現する。加えて計測データの処理、マネキンの生成、評価手段に至るシステムの全体系の共通認識を図る。

本第1世代コンピュータ・マネキンの開発概要を図9に示す。

(2) 長期的目標（第2世代コンピュータ・マネキンの開発）

第1世代コンピュータ・マネキンの諸機能を改善、拡充するとともに、形態モデル以降の高度なモデルを備える方向を目指して進化させる。また活用場面に効果的に対応するバリエーションを展開させていく。

また、コンピュータ・マネキンが開発理念である社会的手段としての効果を発揮するに必要な様々な便宜をはかれるようにプラットフォームを改善、拡充していく。

第2世代コンピュータ・マネキン以降の開発概要を図10に示す。

2.2 国際標準化を指向したコンピュータ・マネキンに求められる機能

本研究開発は、国際標準化を指向したコンピュータ・マネキンの開発を通して、国際標準規格を検討し、ISOに提案することを最終目的としている。このため上記の開発基本構想の検討結果を踏まえ、現存する（CEN内にて）コンピュータ・マネキンについて国際標準規格化の視点から問題点を整理した。

とくに大きな問題点として、

(1) 人種、民族による寸法、体型の異なりに配慮されていない。わが国をはじめ東洋諸国等は不利益を被ることになる。

(2) 基盤となる人体計測データと、それをマネキンに体现させる方途、論理が一貫せず、あいまいな部分も多い。

(3) CENのマネキンは特定産業分野向けの、また特定評価目的のクローズドなシステムが多く、産業全般を適用範囲としていない。とくに人間の生活にかかわる多くの製品や環境の設計開発に対応していない。

よって、これらのコンピュータマネキンの仕様を前提とする国際標準規格化が行われることは、国際標準規格化の理念にそぐわず、弊害ももたらしかねない。

そこで本開発研究においては、国際標準規格化を指向したコンピュータマネキンに求められる以下の機能を第1世代マネキンに搭載することとした。

(1) 形態モデルを人体寸法計測項目について規定されたISO7250の寸法計測値を基準に生成する。再現された形態モデルはISO7250を保証する。

(2) 寸法や体型の異なりはISO7250というフィルターを通して標準化する。

(3) 人体の寸法、体型の生成と姿勢変形機能をカーネルとして、各種産業分野特有の機能オプションを可能とするプラットフォームを構築する。

上記方針に基づき作成した、機能に基づく開発ステップ概要を図11に示す。

コンピュータ・マネキンの第1ステップ

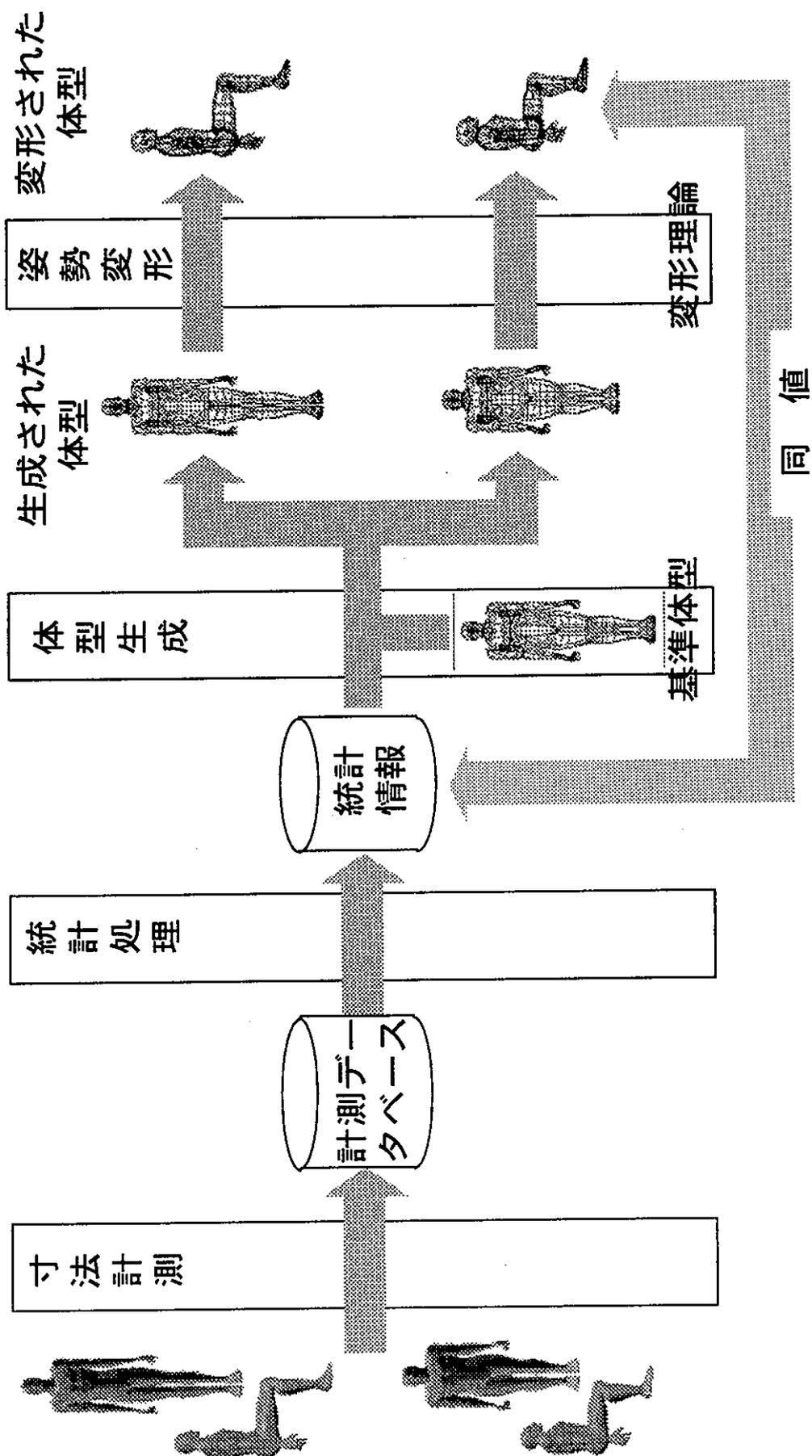


図9 第1世代マネキンの開発概要

コンピュータ・マネキンの第2ステップ以降

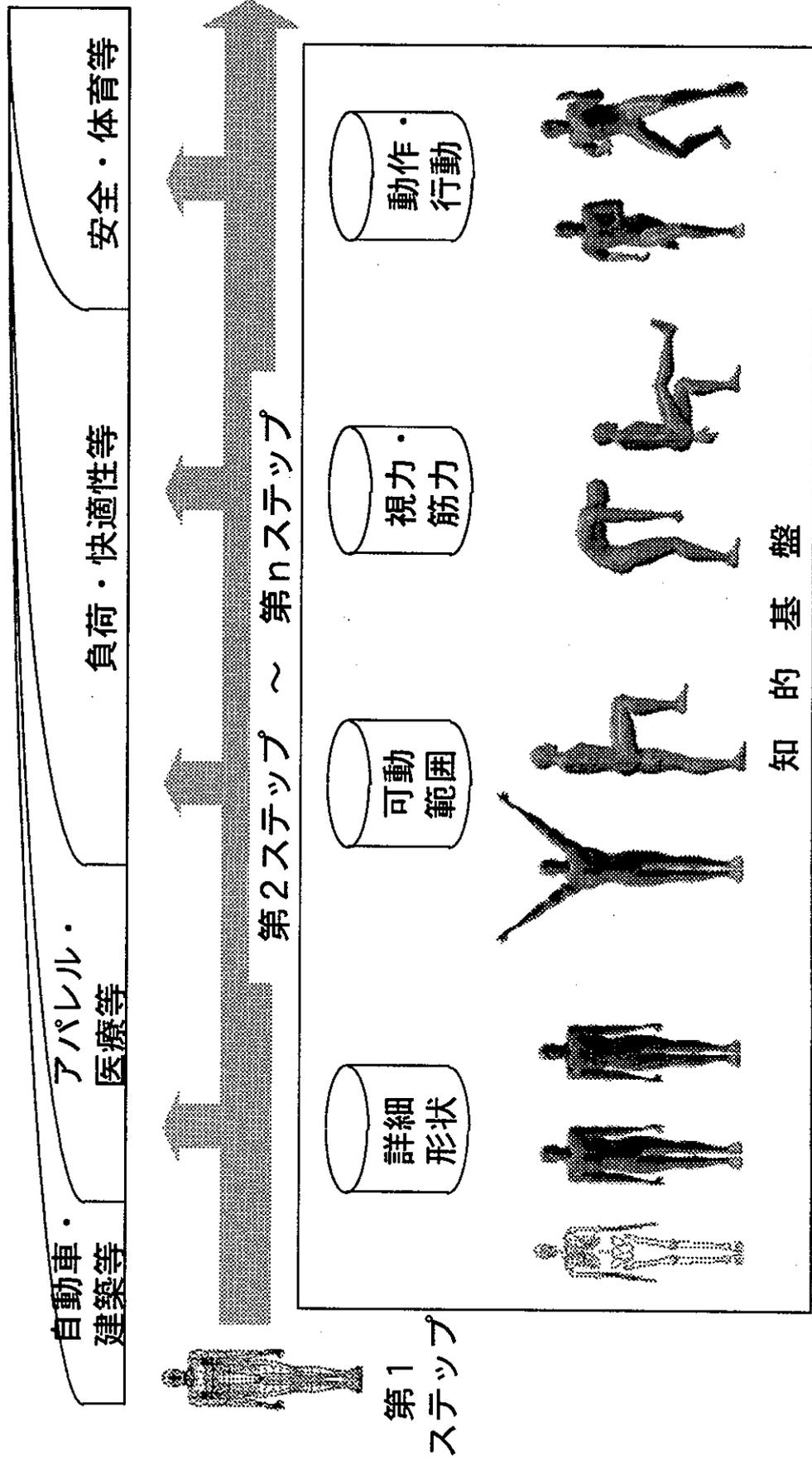


図10 第2世代マネキン以降の開発概要

コンピュータマネキン開発ステップ (案)

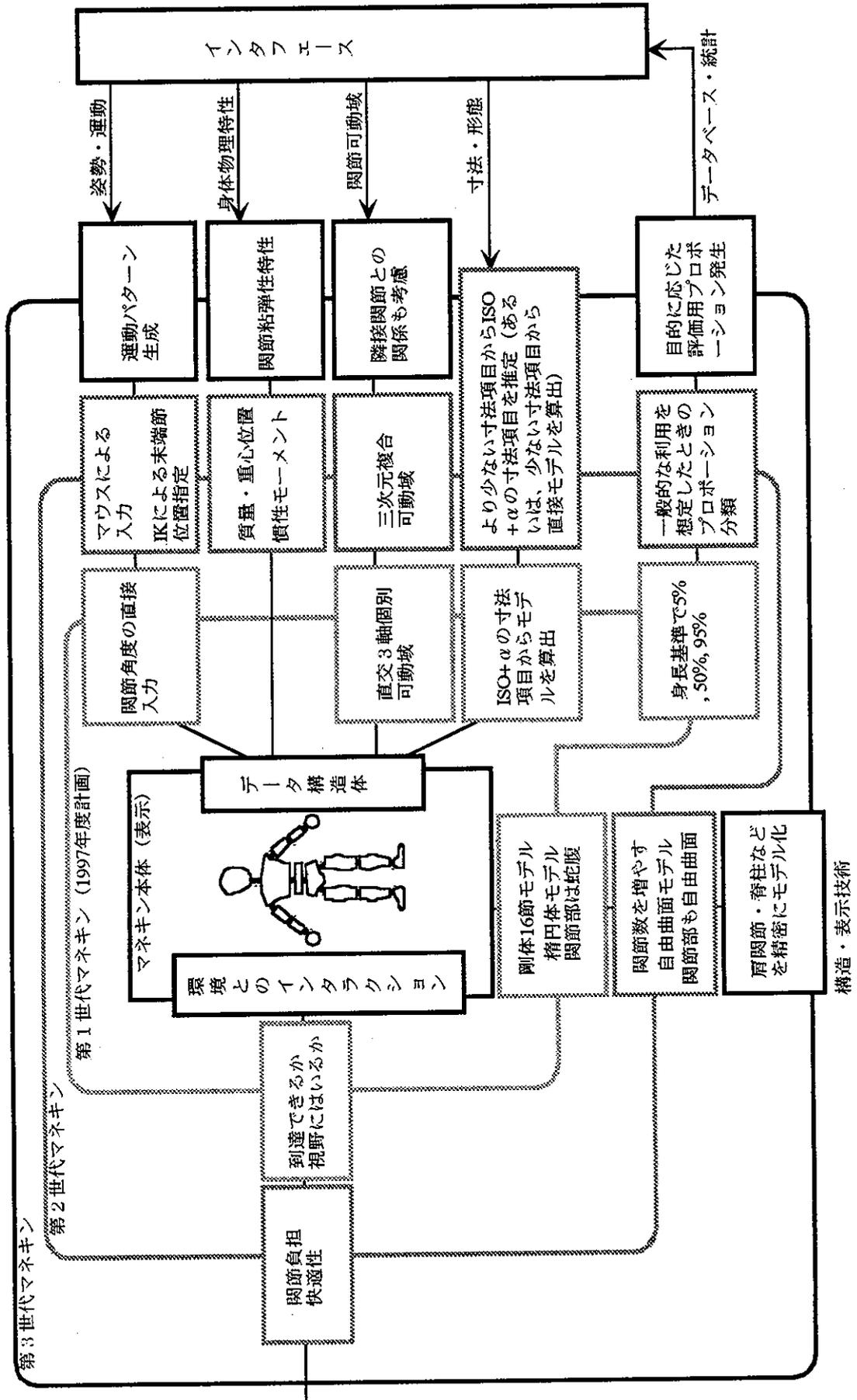


図 11 機能別開発ステップ概要

第3章 コンピュータ・マネキンの機能概要

2章にて検討した開発基本構想、国際標準規格化を指向したコンピュータ・マネキンに求められる機能に基づき、実際に開発するコンピュータ・マネキンの機能概要を検討した。以下、形態モデル、動態モデル、評価モデル、プラットフォーム、インターフェイス機能、標準骨格モデルに関して各々の機能およびモデル作成の根拠となる考え方、計算式について順に報告する。

3.1 形態モデル

本研究開発にて開発を行う構造モデルは、ISO7250の計測項目に準拠したデータに基づきモデルが生成され、かつ、統計処理機能を使ってユーザが指定した標準体型を算出する機能を有することを特徴とする。形態モデルは3つの機能から構成される。

- (1) 計測データ形式変換機能 人体計測データをISO7250計測項目に対応するよう変換する。
- (2) 統計処理機能 ISOデータからある特定の分布の標準的な体型データを生成する。
- (3) 形態モデル自動生成機能 抽出されたISOデータを用いて形態モデルを作成する。

以下、各機能について記述する。

3.1.1 計測データ形式変換機能

今年度の開発においては、ISOデータに変換する対象として、HQLの計測データ（付録第2.3章参照）を採用することとした。

表3 ISO計測項目とHQL計測項目の対応

No.	ISO	ISO項目名	HQL	HQL番号	HQL項目名
0	1.2	Stature	26	STR002	身長
1	1.4	Shoulder height	32	LTR018	肩峰高
2	1.5	Elbow height	97	SUL002	肘頭下縁高
3	1.6	Iliac spine height, standing	156	LLL023	腸骨棘高
4	1.7	Crotch height	98	LUL004	枕骨茎突高
5	1.8	Tibial height	160	LLL025	脛骨上縁高
6	1.11	Chest breadth, standing	46	MTR029	胸部横径
7	1.12	Hip breadth, standing	51	MTR030	ヒップ幅
8	2.1	Sitting height	74	STR006	座高
9	2.3	Cervicale height, sitting	76	STR008	座位頸椎高
10	2.4	Shoulder height, sitting	77	STR009	座位肩峰高
11	2.5	Elbow height, sitting	81	LUL002	座位肘頭下縁高
12	2.6	Shoulder-elbow length	102	LUL009	上腕長
13	2.7	Elbow-wrist length	103	LUL010	前腕長
14	2.8	Shoulder(biacromial) breadth	41	LTR031	肩峰幅
15	2.9	Shoulder(bideitoid) breadth	42	MTR024	肩幅
16	2.12	Lower leg length	83	LLL005	座面高
17	2.13	Thigh clearance	84	CLL003	座位大腿高
18	2.14	Knee height	82	LLL025	座位大腿中央高
19	2.15	Abdominal depth, sitting	91	LTR009	座位腹部厚径
20	2.16	Thorax depth at the nipple	53	LTR012	胸部厚径
21	3.1	Hand length	116	LHA003	手長
22	3.3	Hand breadth at metacarpals	121	LHA002	最大手幅
23	3.7	Foot length	174	MFT026	足長
24	3.8	Foot breadth	175	MFT027	足幅
25	3.9	Head length	10	MHE013	頭長
26	3.10	Head breadth	15	MHE016	頭幅
27	3.12	Head circumference	23	MHE045	頭囲
28	4.1	Wall-acromion distance	105	LTR006	背・肩峰距離
29	4.2	Grip reach;forward reach	106	CUL004	背・指節点距離
30	4.3	Elbow-grip length	108	LUL007	肘・指節点距離
31	4.4	Fist(grip axis) height	99	LUL005	指節点高
32	4.5	Forearm-fingertip length	109	LUL008	肘・指尖距離
33	4.6	Buttock-popliteal length	86	LLL011	座位臀・膝下距離
34	4.7	Buttock-knee length	85	LLL010	座位臀・膝距離
35	4.8	Neck circumference	24	MHE046	頸囲
36	4.9	Chest circumference	65	MTR063	乳頭位胸囲
37	4.10	Waist circumference	67	MTR070	ウエスト囲
38	4.11	Wrist circumference	128	MHA058	手首囲り
39	4.12	Thigh circumference	169	MCL071	大腿囲
40	4.13	Calf circumference	171	MCL073	下腿最大囲

表3にISO計測項目とHQL計測項目²⁾の対応を示す。また、表3を模擬人体図にマッピングすると図12のようになる。

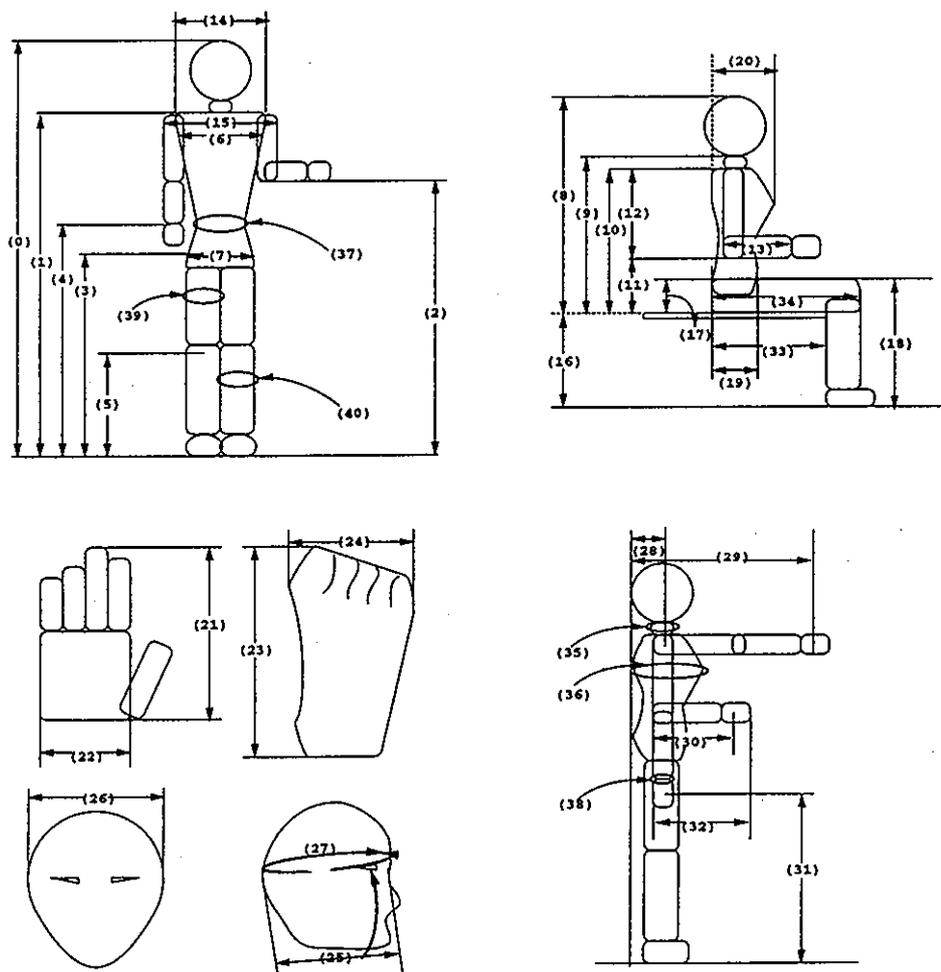


図12 表3の模擬人体図へのマップ

3.1.2 統計処理機能

(1) 代表体型データ生成機能 コンピュータ・マネキン開発システムを運用する際、扱うマネキンの属性値（例えば身長やウエスト囲）を全てユーザが指定しなければならないとすると大変な手間が発生すると予想される。このような入力の手間を省くためには、大量のサンプルからなるデータ・セット（例：日本人成人男性）の代表的な体型をあらかじめ求めておく、という方法がある。この方法には様々なアプローチが考えられるが、本研究開発においては、身長を基準にして0～10パーセントイル、40～60パーセントイル、90～100パーセントイルのサンプルを選び出して、その被験者の身体各部の寸法を平均したものを、それぞれ5、50、95パーセントイルの各寸法値とする。

(2) データ推定補間機能 生成された代表体型データからマネキンを生成するとき、情報として不足しているISOデータの計測項目を統計的手法を用いて自動的に推定補間する機能である。

以下に示す統計処理手法を用いて不足しているデータを推定補完する。なお、HQLデータにしか含まれていない項目、ISOデータとHQLデータとの計測方法が異なる場合もあるが、それらのHQLデータのISOデータからの推定方法については、今後の課題とする。

<不足属性データ推定方法> マネキンの体型を変更する時、すべてのサイズを変更して入力しなければならないとすると、ユーザに多大の負担をかけることとなる。ここでは、一部の属性値の変更を指定すれば、変更を指定されていない他の属性値を推定する方法について述べる。一部の属性値を変更するだけで、残りの属性値を統計的方法により自動的に推定するには、以下のような処理を行う。

- ・ある属性に注目し、その属性値において、5パーセンタイル値を示す実測値、95パーセンタイル値を示す実測値を求める。これらを実測値5、実測値95とする。
- ・ある属性値の実測値とパーセンタイル値との関係を以下のように定義する：

$$\frac{\text{パーセンタイル値} - 5}{95 - 5} = \frac{\text{実測値} - \text{実測値}5}{\text{実測値}95 - \text{実測値}5}$$

- ・上式により各実測値をパーセンタイル値に変換する。
- ・全ての属性において上記の処理を行い、各属性同士のパーセンタイル値の相関係数を求める。
- ・ある属性Aがpパーセンタイル(pは5の倍数)の時の、属性Bの推定パーセンタイル値を、「属性Aのパーセンタイル値がp±5パーセンタイルのサンプルにおける属性Bのパーセンタイル値の平均値」と定義する。

・ある属性Aの値がxであるとした時の属性Bの推定値を以下のようにして推定する：

1. 実測値がxである場合のパーセンタイル値を求めます。これをpxとする。
2. pxをはさむ5の倍数を求める。(例：px=27の場合、これをはさむ5の倍数は25と30) これらをpx1、px2とする。
3. 属性Aがpx1、px2パーセンタイルの場合の属性Bの推定パーセンタイル値を求める。これらをpy1、py2とする。
4. 属性Aがpxパーセンタイルである場合の属性Bの推定パーセンタイル値pyを以下のように定義する。(図13参照)：

$$py = \frac{(py2 - py1) \times (px - px1)}{px2 - px1} + py1$$

5. パーセンタイル値pyと、属性Bにおけるパーセンタイル値と実測値の関係式から、属性Bの実測値を求める、これを推定値とする。
- ・複数の属性値が与えられた場合の欠損値の推定は、相関値の最も大きな属性値から推定された値を用いる。

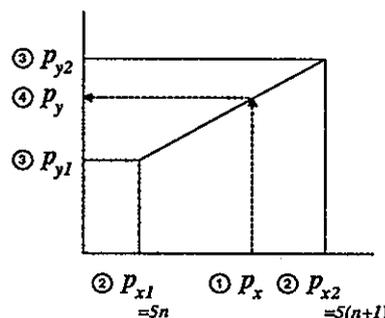


図13 パーセンタイル値の換算

<不足属性データ推定方法の課題>

上記方式の課題として、全ての部位が線形関係にあることを基本としている点があげられる。本件の基礎検討として人体寸法項目の主成分分析を試行した。(SAS/INSIGHT Ver.6使用)以下、結果について報告する。

1) 選択した人体寸法項目

HQL 人体寸法データベースより、年齢30～35歳の男女を選択。(図14)

(男性N=1641、女性N=574)

寸法項目としては、形態モデルを再現するに必要と思われる32計測項目を選択した。

2) 平均値の算出

男女別に、平均値、標準偏差、最小値、最大値を算出した結果を表4、5に示す。

3) 固有値の算出

男女別に、全固有値を算出した結果を表6、7に示す。

尚、男性は31軸、女性は32軸まで算出されているが、固有値が平均以上の値を持つものは、男性、女性共に5軸までであった。(Kaiser 1958の基準)

これにより、上記32項目は5軸にて説明できる可能性が示唆された。

4) 固有ベクトルの算出

男女別に、固有ベクトルを算出した結果を表8、9に示す。

一つの目安として、固有ベクトル0.2以上の項目にて、軸の仮名を検討した。

これらより、男女性共に、「体重」「身長」「四肢」「頭」が抽出されているように考察される。

5) 考察

不足属性データ推定式を検討する際には、少なくとも「体重」「身長」「四肢」「頭」の合計4グループに分類し、各々のグループ内毎に推定式の検討を今後行う必要がある。

3.1.3 形態モデル自動生成機能

図15は本機能によって生成する形態モデルの概念図である。

図15の<>内に示される数値は、各関節の自由度を示す。

(1) 関節リンク機構の生成機能

人体の構造を近似する関節のリンク機構を生成する機能である。

- ・16の関節 (Pivot Point) とそれをつなぐリンクで構成する。
- ・各関節には、後に各部位を表す形状が対応する。
- ・関節は、名前属性と他のリンク情報を持つ。

(2) 関節の位置決定機能

関節リンク機構の各関節のデフォルトの位置を決定する機能である。

- ・関節の位置は人体の特徴点データに基づいて算出される。
- ・以下に示す簡易算出方法を用いて関節点の位置を算出する。

(3) 関節のパラメータ設定機能

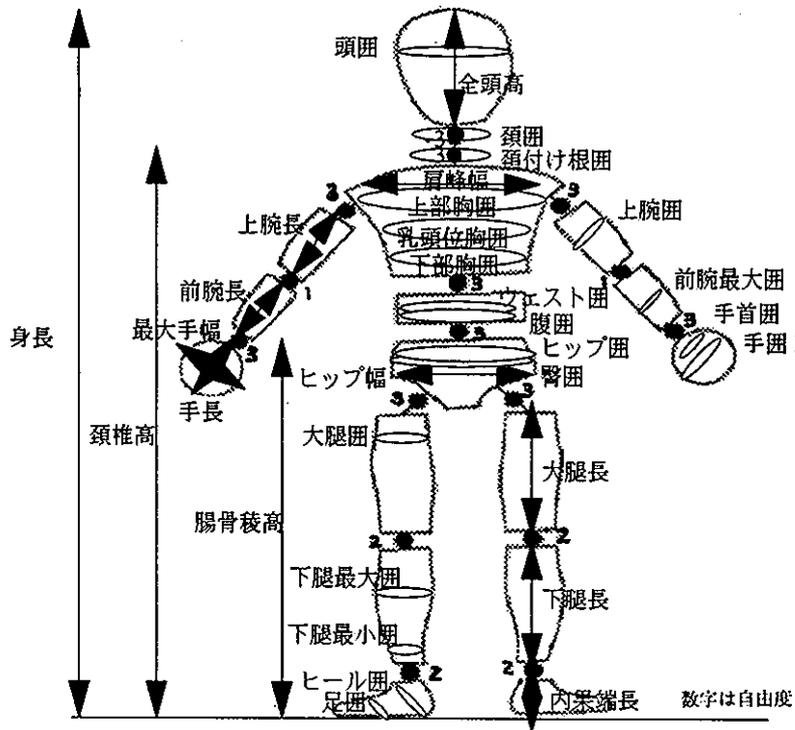
各関節の位置以外のデフォルトの各種パラメータを設定する機能である。

以下のパラメータを自動的に設定できる。

- ・関節の向きに関するパラメータ
- ・関節における自由度

自由度：各関節にローカルな座標系を想定したときに、回転できる方向軸の数を示す。

- ・関節の可動範囲に関するパラメータ



- 身長 : 床面から頭頂点までの垂直距離
- 体重 : 裸体、あるいはそれに近い着衣での身体の重量
- 全頭高 : 頭頂点から朴がイ点までの垂直距離
- 内果端長 : 床面から内果点までの垂直距離
- 下腿長 : 髌骨点から内果点までの垂直距離
- 大腿長 : 転子点から髌骨点までの垂直距離
- ヒップ幅 : 臀部の左右の最外側突出部間の水平距離
- 腸骨稜高 : 床面から腸骨稜点までの垂直距離
- 頸椎高 : 床面から頸椎点までの垂直距離
- 肩峰幅 : 左右の肩峰点間の水平距離
- 上肢長 : 肩峰点から肘骨点までの直線距離
- 前腕長 : 肘骨点から肘骨茎突点までの直線距離
- 手長 : 手掌面で、肘骨茎突点を結ぶ線の midpoint から指尖点までの直線距離
- 最大手幅 : 尺側中手点から第1中手骨頭外側部までの直線距離
- 頭圍 : 眉間をとるようにメジャーを水平にまわして測った頭の周長
- 頸圍 : ハコ竹の直下で、頸の軸に直交するようにメジャーをまわして測った頸の周長
- 頸付け根圍 : 頸椎点、頸側点、鎖骨の内側上縁をとるようにメジャーをまわして測った頸の基部の周長
- 上部胸圍 : 乳窩点の高さで体幹の水平周長
- 乳頭位胸圍 : 乳頭点の高さで体幹の水平周長
- 下部胸圍 (女性) : 乳房と体壁の境界の高さで体幹の周長
- ウエスト圍 : 胴の最も細い位置での周長
- ヒップ圍 : 腹部にセルロイド板を当て、臀部突出点の高さでの水平周長
- 臀圍 : 臀部突出点の高さでの水平周長
- 大腿圍 : 臀溝より下の位置で、大腿が最も太い部位の水平周長
- 下腿最大圍 : ふくらはぎの最も太い部位での水平周長
- 下腿最小圍 : ふくらはぎの最も細い部位での水平周長
- ヒール圍 : 足底を床面に着けた姿勢で、足首前方とかかとをとる斜めの周長
- 足圍 : 足指の付け根の関節全部を含む足の周長
- 上腕圍 : 上肢を自然に下垂したときの上腕の最も太い部位を上腕の軸に直交するように測った周長
- 前腕最大圍 : 上肢を自然に下垂したときの前腕の最も太い部位を前腕の軸に直交するように測った周長
- 手首圍 : 手掌面で手に最も近い屈曲線の位置での周長
- 手圍2 : 親指の腹を手掌に接した状態での、人さし指から小指までの付け根の関節と親指を含めて測る周長

図14 選択した人体寸法項目

表4 男性 (平均値、標準偏差、最小値、最大値)

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
AGE	1641	32.2657	1.7204	30	35
MBW007	1641	66.6184	9.1416	37.1	113.2
MHE019	1641	234.713	12.2151	192	281
MHE045	1641	578.9805	15.4634	524	629
MHE046	1641	372.7922	20.2229	310	465
MHE047	1641	443.8531	27.8788	365	572
STR002	1641	1695.8854	59.046	1423	1920
LTR036	1641	1437.6572	54.6466	1184.7	1639.8
LTR031	1641	391.3769	22.6713	296.6	462.1
LTR035	1641	341.1613	17.4831	275.9	400
MTR062	1641	943.0579	56.399	704	1214
MTR063	1641	908.7898	60.41	681	1226
MTR070	1641	795.4839	75.582	598	1162
MTR066	1641	953.1158	52.6053	748	1205
MTR067	1641	937.0926	50.8768	742	1156
LUL008	1641	722.5741	33.0169	620.8	824.7
LUL010	1641	252.2441	18.1288	182.6	316.2
MUL055	1641	284.7172	25.4502	208	385
MUL057	1641	253.6149	15.975	203	315
LHA003	1641	181.4161	8.4838	144.7	208.9
LHA002	1641	103.0809	6.7069	77.4	125.9
MHA058	1641	163.1548	8.3698	137	196
MHA059	1641	225.8391	14.514	183	279
LLL022	1641	960.799	49.5435	796.5	1154.8
LLL028	1641	69.4572	13.3109	25.3	124.1
CLL001	1641	433.6005	33.1464	279	537.4
CLL002	1641	355.6915	26.5971	262.1	462.1
MLL071	1641	537.6527	40.0721	408	711
MLL073	1641	369.9659	25.8269	290	470
MLL074	1641	216.9732	13.4364	165	324
MFT075	1641	321.7087	14.0935	282	378
MFT076	1641	247.7026	11.8033	208	289

表5 女性 (平均値、標準偏差、最小値、最大値)

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
AGE	574	32.6202	1.7088	30	35
MBW007	574	51.3406	7.124	33.4	91.2
MHE019	574	220.1777	11.786	188	255
MHE045	574	556.0157	15.5365	500	600
MHE046	574	316.1655	17.9034	273	407
MHE047	574	388.6585	25.5196	328	478
STR002	574	1571.9512	54.0061	1383	1772
LTR036	574	1323.2059	51.3473	1164	1506.5
LTR031	574	349.4721	19.7841	279.3	400
LTR035	574	333.2333	19.1601	282.8	393.1
MTR062	574	822.0784	52.9865	698	1021
MTR063	574	824.3798	64.1311	661	1098
MTR064	574	725.0801	52.5449	613	994
MTR070	574	659.1568	63.8557	534	990
MTR066	574	905.223	53.3508	768	1241
MTR067	574	889.2735	50.8224	753	1228
LUL008	574	664.1298	27.8162	580.8	749.3
LUL010	574	228.0279	16.6558	175	278
MUL055	574	255.9094	27.1454	196	365
MUL057	574	216.6376	14.9528	176	289
LHA003	574	167.0998	7.5209	144.9	191.2
LHA002	574	91.2561	5.9716	74.5	109
MHA058	574	144.7003	7.3812	127	172
MHA059	574	197.6794	13.3803	168	238
LLL022	574	903.4676	43.6206	756.4	1047.9
LLL028	574	60.6085	10.5525	34.4	110.3
CLL001	574	414.5619	28.794	307.8	505.3
CLL002	574	326.8183	21.2524	258.6	389.7
MLL071	574	517.5035	40.6016	370	702
MLL073	574	341.3606	23.7196	278	436
MLL074	574	203.4059	11.846	175	248
MFT075	574	292.2352	13.3482	249	345
MFT076	574	224.6481	10.7472	190	255

表6 男性 (固有値)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
PCR1_2	13.0377	8.0076	0.4206	0.4206
PCR2_2	5.0301	3.5059	0.1623	0.5828
PCR3_2	1.5242	0.3379	0.0492	0.632
PCR4_2	1.1863	0.1091	0.0383	0.6703
PCR5_2	1.0772	0.1422	0.0347	0.705
PCR6_2	0.935	0.1582	0.0302	0.7352
PCR7_2	0.7768	0.039	0.0251	0.7602
PCR8_2	0.7378	0.0303	0.0238	0.784
PCR9_2	0.7075	0.1041	0.0228	0.8069
PCR10_2	0.6035	0.0161	0.0195	0.8263
PCR11_2	0.5874	0.0424	0.0189	0.8453
PCR12_2	0.545	0.0147	0.0176	0.8629
PCR13_2	0.5303	0.0946	0.0171	0.88
PCR14_2	0.4357	0.0323	0.0141	0.894
PCR15_2	0.4034	0.0199	0.013	0.907
PCR16_2	0.3834	0.0325	0.0124	0.9194
PCR17_2	0.351	0.0594	0.0113	0.9307
PCR18_2	0.2915	0.0201	0.0094	0.9401
PCR19_2	0.2714	0.0279	0.0088	0.9489
PCR20_2	0.2435	0.0183	0.0079	0.9567
PCR21_2	0.2252	0.0038	0.0073	0.964
PCR22_2	0.2214	0.0158	0.0071	0.9711
PCR23_2	0.2057	0.0273	0.0066	0.9778
PCR24_2	0.1783	0.0148	0.0058	0.9835
PCR25_2	0.1636	0.0336	0.0053	0.9888
PCR26_2	0.13	0.0308	0.0042	0.993
PCR27_2	0.0992	0.0529	0.0032	0.9962
PCR28_2	0.0462	0.0189	0.0015	0.9977
PCR29_2	0.0273	0.0029	0.0009	0.9986
PCR30_2	0.0244	0.0045	0.0008	0.9994
PCR31_2	0.0199		0.0006	1

表7 女性 (固有値)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
PCR1_1	13.088	7.6763	0.409	0.409
PCR2_1	5.4117	3.8827	0.1691	0.5781
PCR3_1	1.5291	0.2415	0.0478	0.6259
PCR4_1	1.2876	0.1163	0.0402	0.6661
PCR5_1	1.1713	0.218	0.0366	0.7027
PCR6_1	0.9533	0.0389	0.0298	0.7325
PCR7_1	0.9144	0.1382	0.0286	0.7611
PCR8_1	0.7762	0.0407	0.0243	0.7854
PCR9_1	0.7355	0.0327	0.023	0.8083
PCR10_1	0.7028	0.0644	0.022	0.8303
PCR11_1	0.6384	0.0685	0.0199	0.8503
PCR12_1	0.5699	0.0802	0.0178	0.8681
PCR13_1	0.4897	0.0224	0.0153	0.8834
PCR14_1	0.4673	0.0522	0.0146	0.898
PCR15_1	0.4151	0.0373	0.013	0.9109
PCR16_1	0.3778	0.0409	0.0118	0.9228
PCR17_1	0.3369	0.0528	0.0105	0.9333
PCR18_1	0.2841	0.0201	0.0089	0.9422
PCR19_1	0.264	0.0133	0.0082	0.9504
PCR20_1	0.2507	0.0298	0.0078	0.9582
PCR21_1	0.2209	0.0294	0.0069	0.9651
PCR22_1	0.1914	0.0093	0.006	0.9711
PCR23_1	0.1821	0.0212	0.0057	0.9768
PCR24_1	0.1609	0.0185	0.005	0.9818
PCR25_1	0.1424	0.0167	0.0044	0.9863
PCR26_1	0.1257	0.0291	0.0039	0.9902
PCR27_1	0.0966	0.0085	0.003	0.9932
PCR28_1	0.088	0.0271	0.0028	0.996
PCR29_1	0.0609	0.0294	0.0019	0.9979
PCR30_1	0.0315	0.0119	0.001	0.9989
PCR31_1	0.0196	0.0034	0.0006	0.9995
PCR32_1	0.0162		0.0005	1

表8 男性 (固有ベクトル)

体重		身長		四肢		四肢		頭		?		?	
Variable	PCR1 2	Variable	PCR2 2	Variable	PCR3 2	Variable	PCR4 2	Variable	PCR5 2	Variable	PCR6 2	Variable	PCR7 2
体重	0.2663	腸骨後高	0.357	内果端高	0.5239	全頭高	0.5264	肩峰幅	0.6754	全頭高	0.6532	全頭高	0.543
髯囲	0.2495	身長	0.3385	手囲2	0.3261	大腿長	0.3023	最大手幅	0.4904	最大手幅	0.4251	肩峰幅	0.4477
ヒップ囲	0.2464	頸椎高	0.3364	最大手幅	0.2774	前腕長	0.1952	頸囲	0.2463	頸付け根囲	0.263	下腿最大囲	0.1569
乳頭位胸囲	0.2321	上肢長	0.327	足囲	0.2625	頸付け根囲	0.1894	頸付け根囲	0.2317	大腿長	0.1669	大腿囲	0.1362
上部胸囲	0.2316	大腿長	0.2905	手首囲り	0.2381	頭囲	0.1561	下腿長	0.14	上部胸囲	0.0924	下腿最小囲	0.0981
下腿最大囲	0.2252	手長	0.2772	ヒール囲	0.1671	腸骨後高	0.1434	手囲2	0.0195	頸囲	0.0915	大腿長	0.0656
前腕最大囲	0.2228	前腕長	0.2445	下腿最小囲	0.1465	頸囲	0.1193	身長	0.0175	上腕囲	0.09	髯囲	0.0534
大腿囲	0.2198	下腿長	0.2426	頭囲	0.145	ウェスト囲	0.1004	身長	0.0133	腸骨後高	0.0868	ヒール囲	0.0499
ウェスト囲	0.2178	ヒール囲	0.1331	全頭高	0.086	上部胸囲	0.0969	足囲	0.0106	頭囲	0.073	足囲	0.0442
ヒール囲	0.2121	最大手幅	0.112	前腕最大囲	0.08	ヒール囲	0.0801	手囲2	0.0034	手囲2	0.0635	身長	0.0338
下腿最小囲	0.2076	肩峰幅	0.0905	手長	0.0743	乳頭位胸囲	0.0771	上部胸囲	-0.0013	乳頭位胸囲	0.0624	頸椎高	0.0305
手首囲り	0.2063	足囲	0.0681	下腿最大囲	0.0112	頸椎高	0.0771	上肢長	-0.0035	前腕最大囲	0.046	体重	0.0304
頸囲	0.2053	内果端高	0.0461	全頭高	0.0043	髯囲	0.0686	前腕最大囲	-0.0073	手首囲り	0.0321	上腕囲	0.0284
上腕囲	0.2048	全頭高	0.0375	大腿長	-0.0047	身長	0.0674	前腕長	-0.0176	ウェスト囲	-0.0213	ヒップ幅	0.0262
ヒップ幅	0.1959	ヒップ幅	0.0125	頸付け根囲	-0.009	大腿囲	0.0647	手首囲り	-0.0189	下腿長	-0.0239	ヒップ幅	0.0234
足囲	0.1879	手囲2	0.0005	頸囲	-0.0209	全頭高	0.0569	頸椎高	-0.0194	体重	-0.0312	上部胸囲	0.0181
頸付け根囲	0.1604	手首囲り	0.0001	身長	-0.0414	肩峰幅	0.0542	ウェスト囲	-0.0222	身長	-0.0357	乳頭位胸囲	0.0173
頸椎高	0.154	頭囲	-0.0109	上腕囲	-0.0479	体重	0.0486	乳頭位胸囲	-0.0316	身長	-0.0511	腸骨後高	-0.0163
手囲2	0.1493	下腿最小囲	-0.0299	頸椎高	-0.074	上腕囲	0.0216	体重	-0.0524	頸椎高	-0.0551	内果端高	-0.0238
身長	0.149	体重	-0.0662	上肢長	-0.077	ヒップ幅	-0.0229	ヒップ幅	-0.057	全頭高	-0.0589	ウェスト囲	-0.0477
頭囲	0.1373	頸付け根囲	-0.0838	前腕長	-0.0777	下腿最大囲	-0.0443	腸骨後高	-0.0672	ヒップ幅	-0.0622	手囲2	-0.0607
手長	0.1326	髯囲	-0.0898	体重	-0.085	上肢長	-0.0628	ヒップ幅	-0.0697	上肢長	-0.0719	前腕最大囲	-0.0636
最大手幅	0.1239	ヒップ幅	-0.111	腸骨後高	-0.0939	前腕最大囲	-0.0961	髯囲	-0.0808	大腿囲	-0.0812	上肢長	-0.0789
上肢長	0.1235	下腿最大囲	-0.1125	大腿囲	-0.1036	ヒール囲	-0.0964	下腿最小囲	-0.0875	ヒップ幅	-0.0873	手長	-0.1087
肩峰幅	0.1189	上部胸囲	-0.1292	髯囲	-0.1036	手長	-0.1008	最大手幅	-0.1162	下腿長	-0.09	下腿長	-0.1103
腸骨後高	0.1038	前腕最大囲	-0.1299	上部胸囲	-0.1069	下腿長	-0.1394	大腿長	-0.1259	手首囲り	-0.1443	手首囲り	-0.1111
下腿長	0.0976	頸囲	-0.1362	ヒップ幅	-0.1136	足囲	-0.1929	肩峰幅	-0.1325	足囲	-0.1524	最大手幅	-0.1188
全頭高	0.0933	乳頭位胸囲	-0.1437	乳頭位胸囲	-0.132	手首囲り	-0.2	下腿最大囲	-0.1326	前腕長	-0.1633	頭囲	-0.1501
前腕長	0.086	大腿囲	-0.1541	ウェスト幅	-0.1467	最大手幅	-0.2404	下腿長	-0.1376	内果端高	-0.1738	前腕長	-0.1505
大腿長	0.0414	ウェスト幅	-0.183	ヒール幅	-0.2025	下腿長	-0.3239	上腕囲	-0.1475	ヒール囲	-0.2033	頸囲	-0.1932
内果端高	0.031	上腕囲	-0.1896	下腿長	-0.408	手囲2	-0.3787	内果端高	-0.1762	下腿最小囲	-0.2464	頸付け根囲	-0.5336

表9 女性 (固有ベクトル)

身長		四肢		四肢		頭		ヒップ		?			
Variable	PCR1_1	Variable	PCR2_1	Variable	PCR3_1	Variable	PCR4_1	Variable	PCR5_1	Variable	PCR6_1	Variable	PCR7_1
体重	0.2651	身長	0.3531	内果端高	0.4258	全頭高	0.3892	全頭高	0.4825	最大手幅	0.4836	ヒップ幅	0.4081
臀部	0.2462	頸椎高	0.343	頸付け根囲	0.3939	頭囲	0.3716	頭囲	0.3655	肩峰幅	0.3455	大腿長	0.2591
ヒップ囲	0.2457	腸骨稜高	0.3272	頭囲	0.3711	下腿長	0.2903	下腿長	0.2653	頸付け根囲	0.3113	大腿長	0.2103
上部胸囲	0.23	上肢長	0.3242	全頭高	0.2582	頭高	0.242	肩峰幅	0.2309	ヒップ幅	0.2311	下腿最小囲	0.2
前腕最大囲	0.2282	手首囲り	0.2729	手首囲り	0.2179	頸囲	0.2411	頸付け根囲	0.2208	手囲2	0.1566	全頭高	0.1962
下部胸囲	0.2273	全頭高	0.2693	大腕長	0.188	頸囲	0.1728	頸囲	0.1758	腸骨稜高	0.1216	臀高	0.1645
ウエスト囲	0.2238	ヒール囲	0.242	乳頭位胸囲	0.1695	足囲	0.1706	足囲	0.1191	大腿長	0.1143	ヒップ幅	0.1593
乳頭位胸囲	0.2236	手長	0.2261	上部胸囲	0.1355	ヒップ幅	0.1646	ヒップ幅	0.0581	上肢長	0.0578	最大手幅	0.1518
大腿囲	0.2212	頭囲	0.1601	下部胸囲	0.1213	ヒール囲	0.1423	ヒール囲	0.0374	ヒップ幅	0.0443	下腿最大囲	0.1296
下腿最大囲	0.2175	全頭高	0.1109	腸骨稜高	0.0961	手囲2	0.1046	乳頭位胸囲	0.0224	乳頭位胸囲	0.0416	頸付け根囲	0.1181
手首囲り	0.2077	足囲	0.1022	ウエスト囲	0.0885	下腿最小囲	0.1017	下腿最小囲	0.0021	臀高	0.0351	内果端高	0.1123
上腕囲	0.2057	肩峰幅	0.1005	頸付け根囲	0.0544	下腿最大囲	0.0684	下腿最大囲	0.0015	ウエスト囲	0.0277	頭囲	0.0904
下腿最小囲	0.2035	最大手幅	0.0771	前腕最大囲	0.0494	大腿囲	0.0581	大腿囲	-0.0062	上部胸囲	0.0239	ヒール囲	0.0635
頸囲	0.1987	内果端高	0.0705	頸椎高	0.0172	前腕最大囲	0.0475	前腕最大囲	-0.0132	下腿長	0.0229	腸骨稜高	0.0446
ヒール囲	0.1932	頭囲	0.0635	身長	-0.0358	上肢長	0.0249	上肢長	-0.0404	手長	0.0198	上肢長	0.017
ヒップ幅	0.181	手首囲り	0.0187	体重	-0.0611	前腕長	0.0187	前腕長	-0.0553	上腕囲	0.0107	体重	0.0091
足囲	0.1736	手首囲り	0.0097	上部胸囲	-0.0634	上腕囲	0.0156	上腕囲	-0.0564	頸椎高	0.0092	身長	-0.0005
頸付け根囲	0.1511	下腿最小囲	-0.0036	上肢長	-0.0639	上肢長	-0.0259	上肢長	-0.0583	頸椎高	0.0069	身長	-0.0254
頸椎高	0.1366	頸付け根囲	-0.0266	ヒップ幅	-0.0697	ヒップ幅	-0.0385	ヒップ幅	-0.063	手長	0.0068	手長	-0.0271
身長	0.1298	ヒップ幅	-0.0605	手長	-0.0744	手長	-0.045	最大手幅	-0.0658	体重	0.0038	足囲	-0.0303
手囲2	0.1292	体重	-0.0637	前腕最大囲	-0.0821	前腕最大囲	-0.0472	前腕最大囲	-0.0662	大腿囲	-0.0185	頸囲	-0.0525
肩峰幅	0.1219	下腿最大囲	-0.0844	臀高	-0.0907	臀高	-0.0634	臀高	-0.0664	頸囲	-0.0375	ウエスト囲	-0.0795
手長	0.1217	臀高	-0.0943	乳頭位胸囲	-0.091	最大手幅	-0.0824	最大手幅	-0.0687	前腕最大囲	-0.0988	上腕囲	-0.0832
腸骨稜高	0.1191	ヒップ幅	-0.1118	頸囲	-0.1007	大腿長	-0.1002	大腿長	-0.0699	手首囲り	-0.108	前腕最大囲	-0.095
上部胸長	0.1183	大腿囲	-0.1124	ヒップ幅	-0.1033	下腿最大囲	-0.1345	ウエスト囲	-0.0737	全頭高	-0.146	手首囲り	-0.1694
頭囲	0.1154	前腕最大囲	-0.1265	ヒップ幅	-0.1213	手首囲り	-0.1647	下部胸囲	-0.0754	ヒール囲	-0.1485	上部胸囲	-0.1796
最大手幅	0.1099	下部胸囲	-0.1267	頸椎高	-0.1233	ヒール囲	-0.1779	手首囲り	-0.0831	内果端高	-0.1517	乳頭位胸囲	-0.1856
下腿長	0.103	大腿長	-0.1438	大腿長	-0.1392	足囲	-0.195	乳頭位胸囲	-0.0862	下腿最大囲	-0.1872	下部胸囲	-0.1963
前腕長	0.0912	上部胸囲	-0.1486	下腿長	-0.1635	下腿長	-0.1994	頸椎高	-0.0958	足囲	-0.1967	前腕長	-0.2286
大腿長	0.0766	ウエスト囲	-0.1663	ヒップ幅	-0.1775	ヒップ幅	-0.2244	腸骨稜高	-0.1121	下腿最小囲	-0.2012	下腿長	-0.2667
全頭高	0.0712	乳頭位胸囲	-0.167	手首長	-0.1825	手首長	-0.2356	前腕長	-0.1777	前腕長	-0.2945	手囲2	-0.2919
内果端高	0.0332	上腕囲	-0.1868	下腿長	-0.2886	下腿最小囲	-0.2874	内果端高	-0.5421	頭囲	-0.3778	肩峰幅	-0.3745

(4) 各部位の形状生成機能

人体の構造を近似した17部位 (Segment) の形状を生成する機能である。

- ・各部位のサイズは標準体型データに基づき算出する。
 - ・向きと位置については、各部位に付属する関節のそれを共有する。
- 以下に示す算出方法に基づいて各部位の寸法を算出する。

注：・z軸方向：関節点の説明参照

- ・2項目記載してある場合は、2項目が接合点 (仙骨に近い関節点) の座標値
- ・基本的に、頸椎はz軸を中心とする円柱、前腕、大腿、下腿がz軸に平行な直線を軸とする円柱と考える。

また、体節寸法を人体の特徴点データに基づいて高精度に算出する式の検討を本研究開発にて実施した。本検討結果については、3.1.4にて報告する。

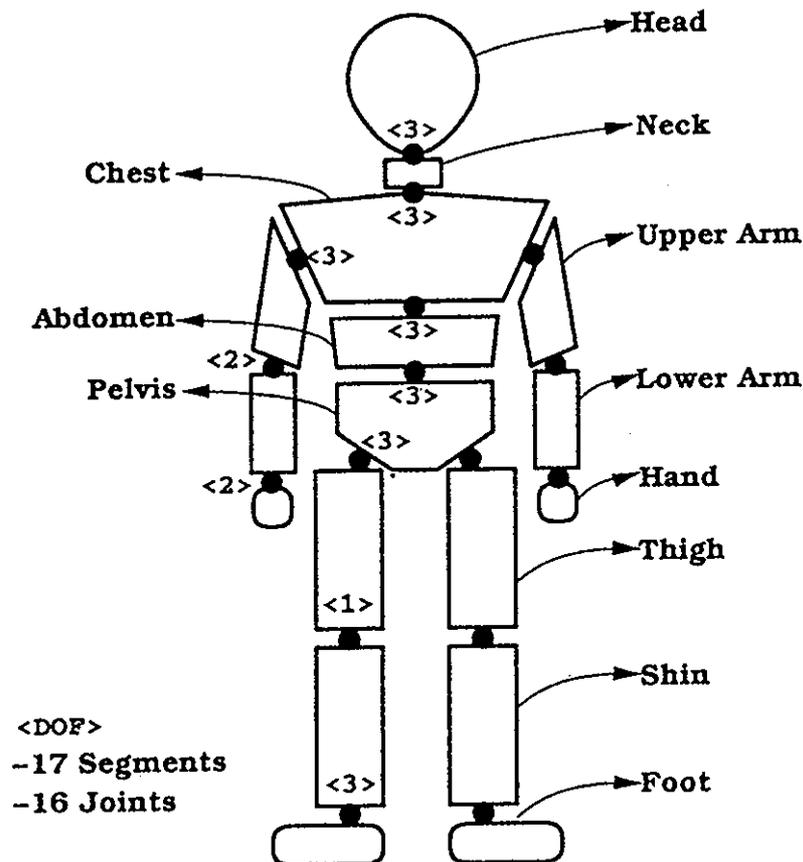


図15 生成する形態モデルの概念図

3.1.4 体節寸法詳細推定式の検討

本節では、コンピュータマネキンの各体節の形状、寸法を、ISO (7250) で規定された身体寸法項目から推定する式を得るための方法と、得られた推定式について記述する。

(1) 推定式取得法の概要

今回開発したコンピュータマネキンの各体節の形状は、角を丸めた四角形（フィレット）で表現される。

この場合、各体節の形状を決定するためには、体節の寸法（節長、節幅、節幅など）および形状（最大幅の位置、中心軸に対する前後、左右の分割比率など）を、与えなければならない。

これらの寸法を個別に計測するのは煩雑かつ困難であり、実際に大規模計測データも入手しにくい。そこで、ISO-7250 で規定された身体寸法項目から、コンピュータマネキンの体節形状を決定するのに必要な寸法項目を推定することを考える。基本的に、マネキン体節寸法項目と相関の高いISO 寸法項目を見つけだし、回帰式などで推定する。このためには、マネキン体節寸法項目とISO 寸法項目の双方を同一被験者で計測したデータセットが、推定式の導出に十分なサンプル数だけ必要になる。このデータセットから、寸法間の相関関係を調べ、推定式を導出することになる。

(2) データ

マネキンの体節寸法項目は非常に多く、このすべての項目とISO-7250 の計測項目を網羅したデータセットは存在しない。特に、生体内関節位置のデータはほとんど入手不可能である。そこで、ここでは体表面から計測できる寸法項目については同一被験者によるデータセットを用いて推定式を導出し、生体内の関節位置については、別の少数被験者のデータをもとに推定式を導出することとした。したがって、ISO-7250 で規定された寸法項目（すべて体表面から計測可能なもの）から生体内の関節位置などを推定する式は、2種類のデータセットで別々に導出された推定式を組み合わせる使用することになる。ここでは、体表面の身体寸法データ、内部関節位置を取得する全身X線写真データに加え、足部の輪郭図とフットプリントのデータセット、手掌部の寸法のデータセットの4種類のデータを利用した。データの概要を以下に示す。

1) 旧製品科学研究所で計測した身体寸法データ

- ・計測時期：1991～1992年
- ・計測機関：旧製品科学研究所（河内ほか）
- ・被験者年齢：18～29歳
- ・被験者数：男性217名、女性203名
- ・計測項目：ISO-7250の全項目を含む男性251、女性254項目の身体寸法および前面・側面の体型写真。計測項目は文献³⁾に記載されている。本報告書では、この文献中の計測項目番号を用いて、IPRI-C10（肩峰・肘頭距離）のように表記する。また、体節の厚さや幅などが計測されていない場合は、体型写真からこれらの項目を計測した。
- ・使用したデータサンプル数

直接計測した身体寸法データ：全データサンプル（男性217名、女性203名）
直接計測した身体寸法データ：全データサンプル（男性217名、女性203名）

体型写真から取得した身体寸法データ：身長の男性10パーセント以下、男性40-60パーセント以内、男性90パーセント以上、女性10パーセント以下、女性40-60パーセント以内、女性90パーセント以上の合計男性83名、女性76名（表10）

2) X線全身写真（重心線入り）⁴⁾

- ・撮影時期：1973～1979年
- ・撮影者（撮影機関）：鈴木裕視（鈴木整形外科）
- ・被験者年齢：男性30代、女性20～30代
- ・計測項目：図16、17参照。
- ・使用したサンプル数：男性2名、女性3名

3) 足部輪郭線・フットプリント

- ・計測時期：1992～1993年
- ・計測機関（計測者）：東京大学理学部人類学教室（足立ほか）
- ・被験者年齢：男性18～26歳、女性18～25歳
- ・被験者数：男性571名、女性233名
- ・計測項目：立位状態での足部輪郭線とフットプリント
- ・使用したデータサンプル数：身長の男性10パーセンタイル以下、男性40-60パーセンタイル以内、男性90パーセンタイル以上、女性10パーセンタイル以下、女性40-60パーセンタイル以内、女性90パーセンタイル以上の合計男性215名、女性96名（表10）

4) 手掌部寸法

- ・計測時期：1998年
- ・計測機関（計測者）：大阪市立大学（岡田ほか）
- ・被験者年齢：21～39歳
- ・被験者数：男性10名、女性11名
- ・計測項目：手首幅、手長、手幅、最大手幅、手掌厚、手部周径など17項目（図18参照）
- ・使用したデータサンプル数：全データサンプル（男女21名分）

表10 体型写真データ、足部データの被験者数

グループ	体型写真データ人数	身長範囲	足データ人数	
男性	10パーセンタイル以下	19	1515-1632 mm	39
男性	40-60パーセンタイル	43	1695-1727	132
男性	90パーセンタイル以上	21	1799-1877	44
女性	10パーセンタイル以下	19	1446-1527	33
女性	40-60パーセンタイル	38	1572-1604	48
女性	90パーセンタイル以上	19	1658-1735	15

(3) 寸法データ取得法

1) 体型写真データからのデータ取得法

立体型写真データは、標準立位姿勢（背すじを自然に伸ばし、両足の内側を平行にして約15cm開いて立つ。肘と指を伸ばして上肢を下垂し、手の甲を前面に向ける）および標準座位姿勢（背すじを伸ばし、大腿裏全面を座面につけて下腿を鉛直に保持したとき、足底全体が床面につくように座面高を調節する。両足の内側を平行にして約15cm開く。上腕を下垂し、

肘を約80度に曲げ前腕を前上方に出し、手掌が向い合うようにする)で撮影したものを利用した。体型写真からの特徴点位置等の読み取りにはMacintosh上で動作するAdobePhotoShopを用いた。画像の例を図19に示す。画像の解像度は1024×768画素で、1画素あたりの解像度は約1.5mmである。画像から取得した点は図20のデータシートに示される27点である。

被験者ごとに求めた肩峰高(IPRI-B19)－内果高(IPRI-M2)および写真から読み取った肩峰高－内果点相当高の2つの寸法値の対応関係から、写真の画素値を実寸に変換する係数を算出した。実寸変換係数は被験者ごと、姿勢ごとにすべて計算し直し、固有の値を利用した。なお、このときレンズの歪みは考慮していない。

2) X線写真からのデータ取得法

X線写真から取得した寸法項目の計測法を図16に、関節中心点位置推定のための計測項目を図17に示す。

3) 足部輪郭線図からのデータ取得法

足部輪郭図およびフットプリントデータの一例を図21に示す。踵点(図21(1))と脛側中足点(図21(9))と腓側中足点(図21(6))の中点を結ぶ直線を足軸(X軸)とし、踵点を原点とする座標系で、点(1)～(9)の座標値をディジタイザ(グラフィテック社製KD4000)で入力し、以下に示す5項目の寸法を計算した。

計測点

- (1)踵点
- (2)フットプリントの踵点
- (3)足首断面前後径中心位置：内果最突出点と外果最突出点を結ぶ直線と足軸の交点
- (4)フットプリントの指先点
- (5)指先点：踵点から最も離れた指先位置をX軸に投影した点
- (6)腓側中足点
- (7)フットプリントの腓側中足点
- (8)フットプリントの脛側中足点
- (9)脛側中足点

計測項目

- (A)足長：(5)のX座標値－(1)のX座標値
- (B)フットプリントの足長：(4)のX座標値－(2)のX座標値
- (C)足首断面前後径中心位置：(3)のX座標値
- (D)ボール幅：(9)のY座標値－(6)のY座標値
- (E)フットプリントのボール幅：(8)のY座標値－(7)のY座標値

(4) 上腕節

1) 節長

ISO-4.2.6(肩峰・肘頭距離)から、上腕節長を推定する式を求める。

- ・IPRI-C10(肩峰・肘頭距離)から、IPRI-C7(上腕長)を推定する関係式を求める。
- ・IPRI-C7の測定点に相当する点をX線フィルムから取得する。また、生体内上腕節長に相当する長さをX線フィルムから取得する。これらのデータから、IPRI-C7に相当する寸法から生体内上腕長を推定する関係式を求める。

男性：

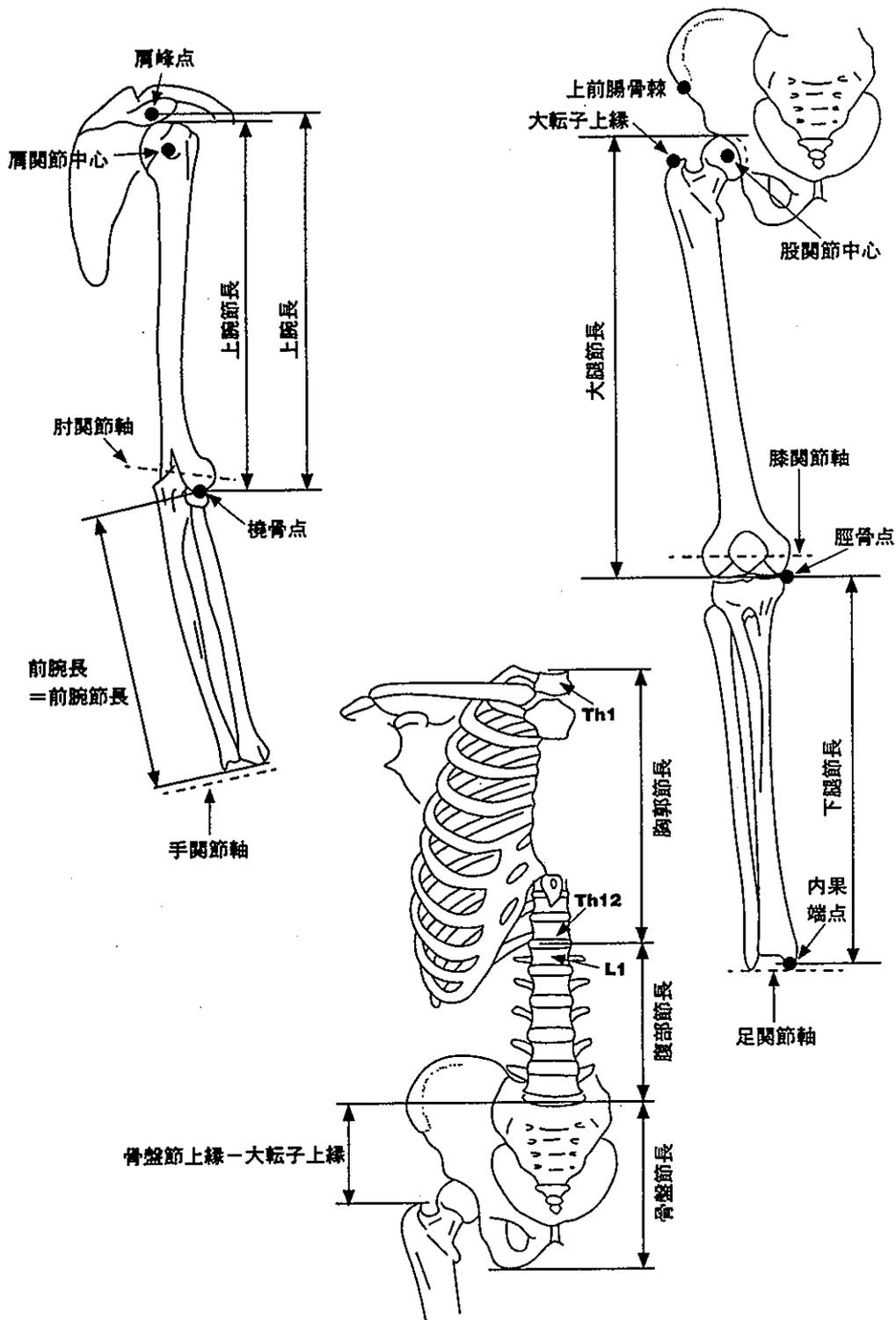
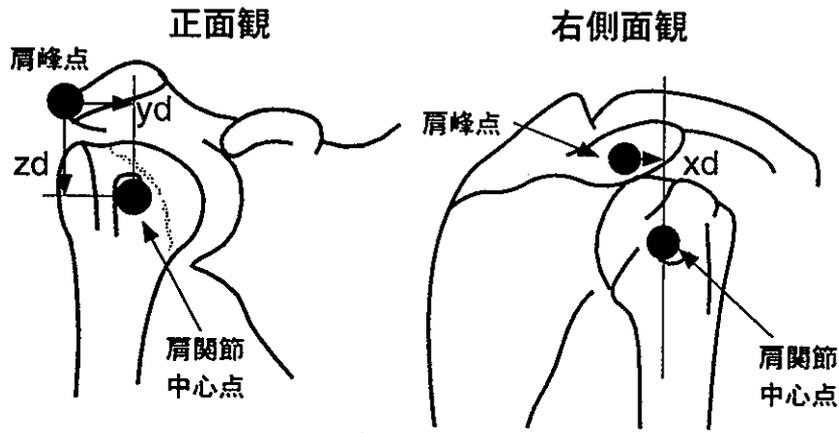


図16 X線フィルムからの計測項目

肩関節中心点



xd : 前後方向、 + : 前方、 - : 後方
 yd : 左右方向、 + : 内側、 - : 外側
 zd : 上下方向、 + : 上方、 - : 下方

股関節中心点

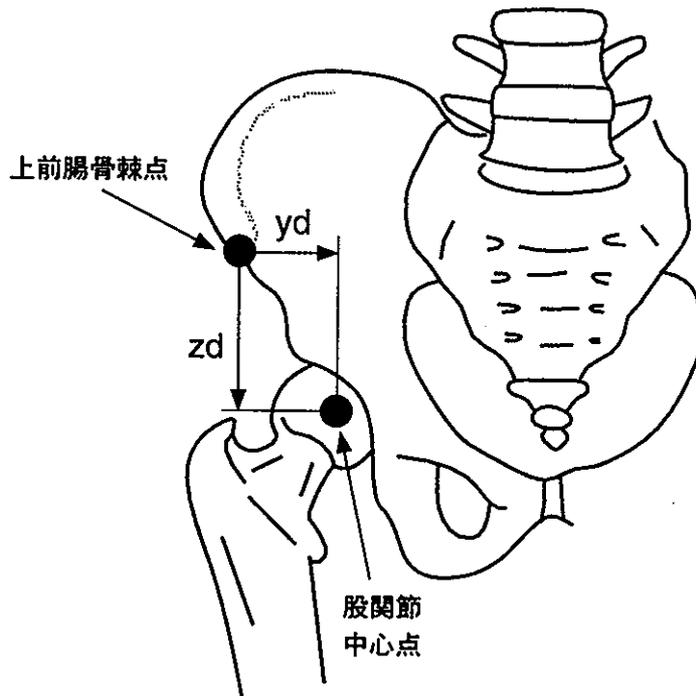
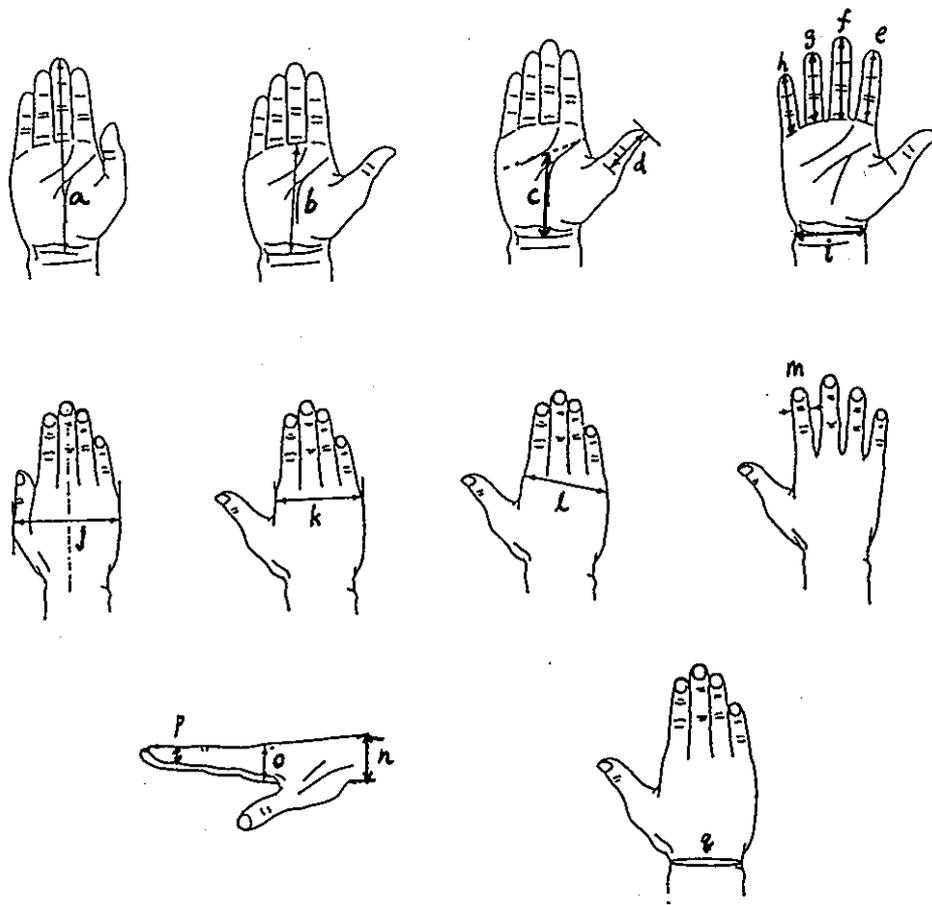


図17 関節中心位置の推定



- a : 手長 (+) b : 手掌長 (+) c : 手首中手基節関節間距離 d : 母指長
 e : 第2指長 (+) f : 第3指長 g : 第4指長 h : 第5指長 i : 手首幅 (*)
 j : 最大手幅 (手軸直交) (*) k : 手幅 (手軸直交) (+) l : 手幅 (中手点間)
 m : 第2指遠位関節幅 n : 手首厚 (*) o : 手掌厚 (*) p : 第2指厚
 q : 手首周径 (*)

* : 算出式で推定される項目 + : 算出式の説明変数の候補となる項目

(手の図は、河内，他「設計のための人体寸法データ集」生命工学工業技術研究所研究報告，2 (1)，1994 を一部改編)

図18 手掌部計測項目

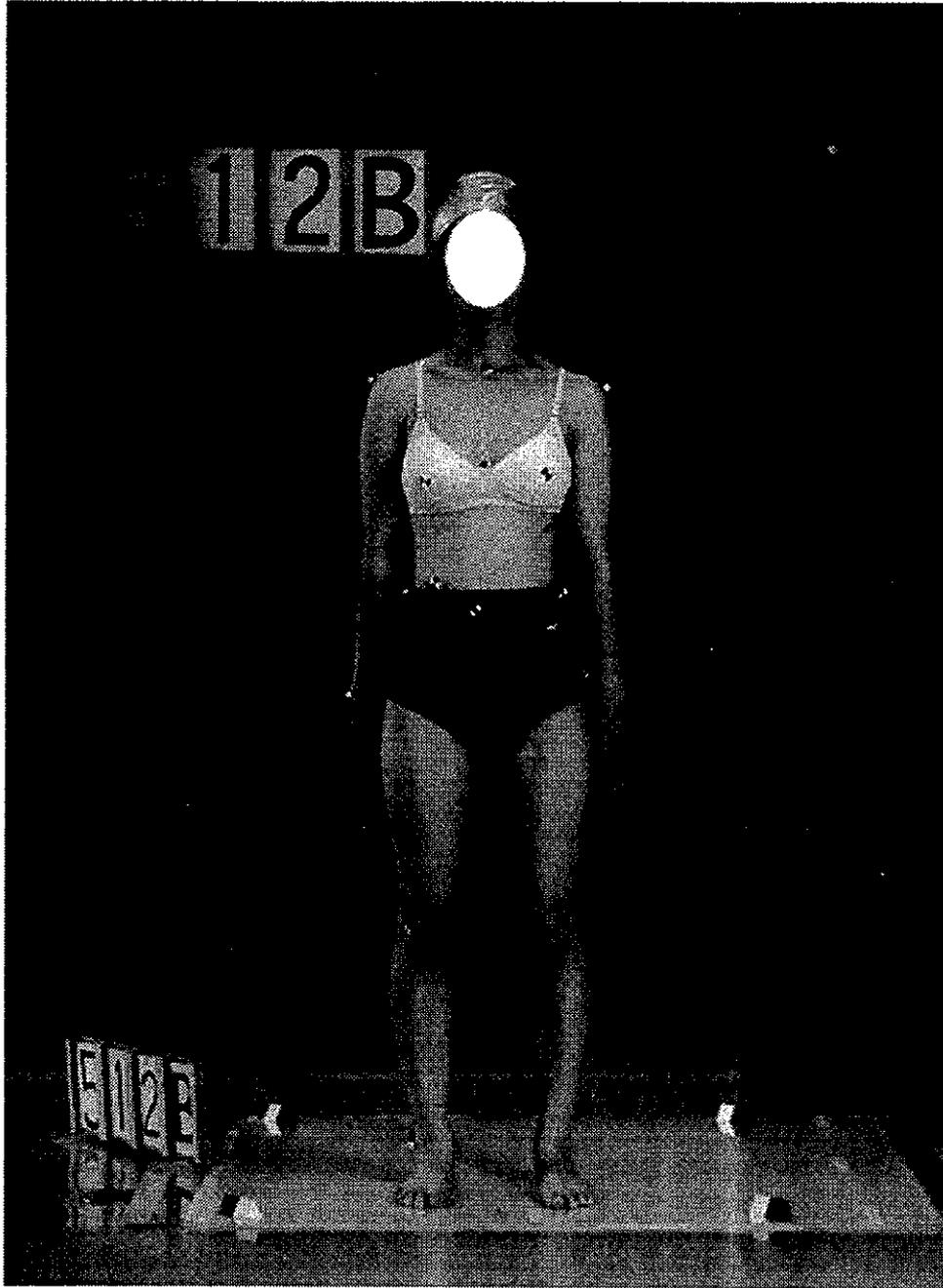


図19 体型写真の例

被験者ID: 8

計測者氏名:

計測年月日:

0) 全身のマーク 立位	51-8B 正面写真より		52-8B 側面写真より		単位
	X	Y	X	Y	
右耳珠点	1	2	499	356	
右臍中心	520	262	525	386	
右肩峰点	464	214	448	149	
肩胛上点	465	290	449	369	
肩胛下点	420	266	400	385	
臍点	353	254	330	389	
ウエスト点	362	228	338	363	
右肩胛点	348	225	325	365	
右腋子点	322	216	297	356	
右鎖骨点	398	194	355	352	
右鎖骨茎突点	308	195	299	346	
右中指指節点	283	200	254	359	
右大臍骨外側上端	1	2	1	2	
右腰骨中央	209	221	176	354	
右内臍相当点	114	226	71	338	

55-8D 正面写真より	56-8D 側面写真より	単位	
		X	Y
X	Y	X	Y
1	2	453	236
428	286	459	265
374	235	399	229
376	290	403	250
373	293	349	268
293	281	1	2
269	245	284	242
1	2	7	2
249	232	260	244
284	216	298	239
1	2	1	2
1	2	1	2
1	2	1	2
210	240	227	369
1	2	1	2

1) 上肢	正面写真より		側面写真より	
	X	Y	X	Y
肘付指節外側点	431	199	418	329
肘付指節内側点	431	223	418	364
中央指節外側点	422	199	407	329
中央指節内側点	423	224	407	361
鎖骨点部外側点	398	194	355	333
鎖骨点部内側点	398	217	355	361

2) 前腕	正面写真より		側面写真より	
	X	Y	X	Y
最大橈部外側点	370	195	339	335
最大橈部内側点	370	216	338	362
手首部外側点	308	195	299	341
手首部内側点	309	211	299	355

3) 胸部	正面写真より		側面写真より	
	X	Y	X	Y
右肩峰位後の点			448	300
右肩峰位前の点			448	370
乳頭位後の点			404	321
乳頭位前の点			404	385
ウエスト位後の点			339	332
ウエスト位前の点			338	389
肩胛骨位後の点			325	328
肩胛骨位前の点			325	388
股部最凸位後の点			291	311
股部最凸位前の点			291	382
股溝位後の点			247	326
股溝位前の点			247	398

図20 体型写真から読み取った項目

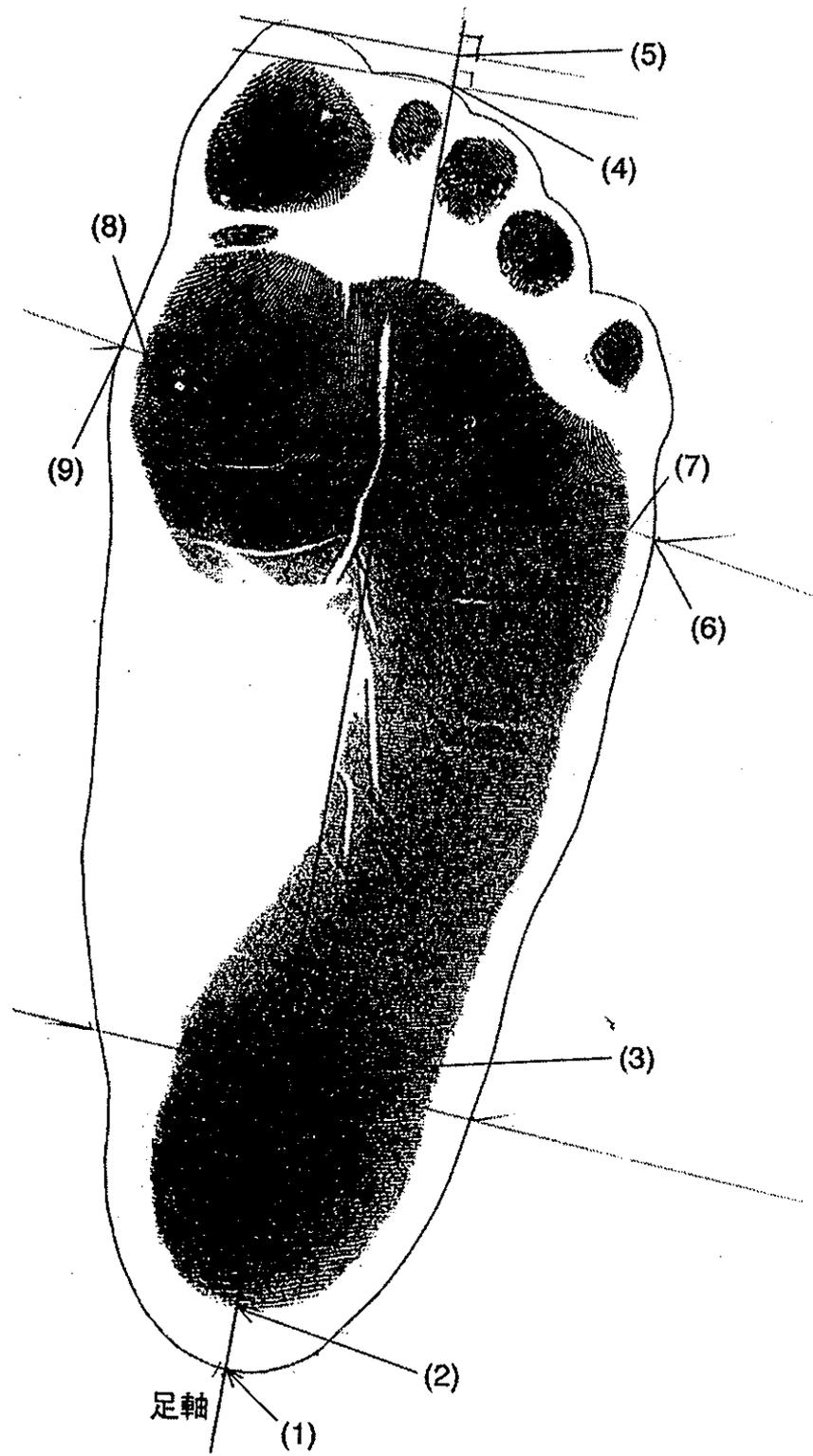


図21 足部輪郭線とフットプリントの例

(a)上腕長 = $5.604 + 0.903 \times \text{肩峰} \cdot \text{肘頭距離}$ ($r = 0.949$)^{注1}

(b)上腕節長 = $0.957 \times \text{上腕長}$

女性：

(a)上腕長 = $-2.670 + 0.936 \times \text{肩峰} \cdot \text{肘頭距離}$ ($r = 0.960$)

(b)上腕節長 = $0.959 \times \text{上腕長}$

注1 r:相関係数

2) 厚さ・幅

HQL-113 (上腕囲) = IPRI-F25 (上腕囲) から、上腕の近位、最大囲位、遠位での厚さと幅を推定する。

- ・ 体型写真データの立位正面、立位側面から、上腕近位 (腕付根レベル) の厚さ、幅、上腕最大囲位の厚さ、幅、上腕遠位 (橈骨点レベル) の厚さと幅を取得し、実寸に変換する。
- ・ これらのデータを同一被験者の IPRI-F25 (上腕囲) とともに統計処理して、上腕近位、最大囲位、遠位の幅と厚さを上腕囲から推定する関係式を取得する。

男性：

(a)上腕近位幅 = $57.475 + 0.067 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.174$) この回帰式は有意でない。

(b)上腕近位厚 = $8.283 + 0.418 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.597$)

(c)上腕最大囲位幅 = $20.576 + 0.215 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.577$)

(d)上腕最大囲位厚 = $-22.326 + 0.469 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.569$)

(e)上腕遠位幅 = $38.555 + 0.131 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.544$)

(f)上腕遠位厚 = $40.699 + 0.172 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.456$)

女性：

(a)上腕近位幅 = $3.849 + 0.254 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.525$)

(b)上腕近位厚 = $12.955 + 0.383 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.785$)

(c)上腕最大囲位幅 = $4.816 + 0.524 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.692$)

(d)上腕最大囲位厚 = $-4.313 + 0.398 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.748$)

(e)上腕遠位幅 = $55.51 + 0.063 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.258$) この回帰式は有意でない。

(f)上腕遠位厚 = $22.672 + 0.207 \times \text{上腕囲}$ ($r=0.664$)

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は1:1とする。

長軸方向の分割比率は体型写真から読み取ったデータより計算する。

- ・ 立位正面 (特徴点がみえないときは立位側面) 体型写真から、肩峰点、橈骨点、上腕最大囲レベルマークの座標を読み取る。上腕長 (肩峰点と橈骨点の間の高さの差) に対して上最大囲レベルが肩峰点から何%の位置にあるかを、全体型写真から計算した。

男性：50.2% (一定値)

女性：50.7% (一定値)

上腕節長の上端からの最大囲の位置は、以下のとおりである。

男性：48.0% (一定値)

女性：48.6% (一定値)

(5) 前腕節

1) 節長

ISO-4.2.7 (壁面・手首) から、生体内前腕長 (肘関節点～手関節点までの距離) を推定する式を求める。

・ISO4.2.7 (壁面・手首) = IPRI-C17 (壁面・手首) から IPRI-C8 (前腕長) を推定する関係式を求める。

・IPRI-C8 の測定点に相当する点を X線フィルムから取得する。また、生体内前腕長を X線フィルムから取得する。これによって、IPRI-C8 から生体内前腕長を推定する関係式を求める。

男性：

$$(a) \text{前腕長} = 5.151 + 0.902 \times \text{壁面・手首} \quad (r = 0.917)$$

$$(b) \text{前腕節長} = \text{前腕長} \times 1.00$$

女性：

$$(a) \text{前腕長} = 49.791 + 0.734 \times \text{壁面・手首} \quad (r = 0.805)$$

$$(b) \text{前腕節長} = \text{前腕長} \times 1.00$$

2) 厚さ・幅

HQL-115 (前腕最大囲) = IPRI-F26 (前腕最大囲) から、最大囲位、遠位での厚さと幅を推定する。前腕の近位の幅と厚さは上腕遠位の幅、厚さと等しいものとする。

・体型写真データの立位正面、立位側面から、前腕最大囲位の厚さ、幅、前腕遠位の厚さと幅を取得し、実寸に変換する。

・これらのデータを同一被験者の IPRI-F26 (前腕最大囲) とともに統計処理して、前腕最大囲位および遠位の幅と厚さを推定する関係式を取得する。

男性：

$$(a) \text{前腕最大囲位幅} = 13.422 + 0.239 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.649)$$

$$(b) \text{前腕最大囲位厚} = -9.833 + 0.393 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.746)$$

$$(c) \text{前腕遠位幅} = 19.659 + 0.268 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.479)$$

$$(d) \text{前腕遠位厚} = 26.51 + 0.089 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.264) \text{ この回帰式は有意でない。}$$

女性：

$$(a) \text{前腕最大囲位幅} = -8.129 + 0.357 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.677)$$

$$(b) \text{前腕最大囲位厚} = 7.473 + 0.315 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.701)$$

$$(c) \text{前腕遠位幅} = 24.162 + 0.215 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.407)$$

$$(d) \text{前腕遠位厚} = -24.171 + 0.311 \times \text{前腕最大囲} \quad (r=0.686)$$

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は 1 : 1 とする。

長軸方向の分割比率は体型写真からよみとったデータより計算する。

・立位正面 (特徴点が見えないときは立位側面) 体型写真から、橈骨点、前腕最大囲レベル、橈骨茎突点の座標を読み取る。前腕長 (橈骨点と橈骨茎突点の間の高さの差) = 前腕節長に対して前腕最大囲レベルが上端から何%の位置にあるかを全体型写真から計算する。

男性：20.7% (一定値)

女性：19.8% (一定値)

(6) 大腿節

1) 節長

ISO-4.1.6 (上前腸骨棘高) = IPRI-B13 (上前腸骨棘高) と ISO-4.1.8 (脛骨上縁高) = IPRI-B25 (脛骨上縁高) から、実際の大腿節長を推定する。

・IPRI-B13 (上前腸骨棘高) と IPRI-B25 (脛骨上縁高) の測定点に相当する点を X線フィルムから取得する。また、大腿節長 (大腿骨頭上縁から脛骨上縁までの垂直距離) を X線フィルムから取得する。これらから、IPRI-B13、IPRI-B25 から大腿節長を推定する関係式を求める。

男性：

$$(a) \text{大腿節長} = 0.921 \times (\text{上前腸骨棘高} - \text{脛骨上縁高})$$

女性：

$$(a) \text{大腿節長} = 0.922 \times (\text{上前腸骨棘高} - \text{脛骨上縁高})$$

2) 厚さ・幅

ISO-4.4.12 (大腿囲) = IPRI-F16 (大腿囲 (殿溝)) から、大腿の近位 (殿溝レベル)、遠位 (膝蓋骨中央レベル) での厚さと幅を推定する。

・IPRI-E8 (大腿厚)、IPRI-D15 (大腿幅) を ISO-4.4.12 (大腿囲) = IPRI-F16 (大腿囲 (殿溝)) から推定する式を求める。同様に、IPRI-E9 (膝厚)、IPRI-D16 (膝幅) を ISO-4.4.12 (大腿囲) = IPRI-F16 (大腿囲 (殿溝)) から推定する式を求める。

男性：

$$(a) \text{大腿幅} = 8.71 + 0.292 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.939)$$

$$(b) \text{大腿厚} = -21.181 + 0.354 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.920)$$

$$(c) \text{膝幅} = 45.637 + 0.116 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.784)$$

$$(d) \text{膝厚} = 58.071 + 0.111 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.706)$$

女性：

$$(a) \text{大腿幅} = 16.704 + 0.278 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.893)$$

$$(b) \text{大腿厚} = -12.323 + 0.366 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.915)$$

$$(c) \text{膝幅} = 30.624 + 0.135 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.690)$$

$$(d) \text{膝厚} = 44.971 + 0.133 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.708)$$

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は 1:1 とする。

長軸方向には中間断面がないので分割比率は必要はない。

(7) 下腿節

1) 節長

ISO-4.1.8 (脛骨上縁高) = IPRI-B25 (脛骨上縁高) から、下腿節長を推定する。

・IPRI-B25 (脛骨上縁高) の測定点に相当する点を X線フィルムから取得する。また、下腿節長 1 (脛骨上縁から脛骨内果下縁までの垂直距離) を X線フィルムから取得する。これらから、IPRI-B25 から下腿節長を推定する関係式を求める。

下腿長 = 脛骨上縁高 - 内果端高 とするとき、下腿節長を推定する式は以下の通りである。

男性：

$$(a) \text{下腿節長} = 0.977 \times \text{下腿長}$$

女性：

$$(a) \text{下腿節長} = 0.975 \times \text{下腿長}$$

2) 厚さ・幅

HQL-171 (下腿最大囲) = IPRI-F20 (下腿最大囲) から、最大囲位、遠位 (下腿最小囲レベル) での厚さと幅を推定する。下腿近位の幅と厚みは大腿遠位の幅と厚みに等しいものとする。

- ・IPRI-D17 (下腿最大幅)、IPRI-E10 (下腿最大厚) と IPRI-F20 (下腿最大囲) の関係式、また IPRI-D18 (下腿最小幅)、IPRI-E11 (下腿最小厚) と IPRI-F20 (下腿最大囲) の関係式を求め、HQL-171 (下腿最大囲) から最大囲位、遠位の厚さと幅を推定できるようにする。

男性：

- (a) 下腿最大幅 = $-2.859 + 0.320 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.951$)
- (b) 下腿最大厚 = $-1.116 + 0.309 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.936$)
- (c) 下腿最小幅 = $15.055 + 0.120 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.674$)
- (d) 下腿最小厚 = $16.819 + 0.156 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.796$)

女性：

- (a) 下腿最大幅 = $-13.158 + 0.347 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.938$)
- (b) 下腿最大厚 = $5.133 + 0.297 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.935$)
- (c) 下腿最小幅 = $10.508 + 0.127 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.664$)
- (d) 下腿最小厚 = $22.419 + 0.144 \times \text{下腿最大囲}$ ($r=0.708$)

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は 1 : 1 とする。

長軸方向の分割比率は、IPRI-B25 (脛骨点高)、IPRI-B26 (下腿最大囲高)、IPRI-M3 (内果端高) から取得する。下腿最大囲位置が下腿節長に対して上端から何パーセントの位置にあるかを全資料から計算した値は以下の通りである。

男性：33.9% (一定値)

女性：37.5% (一定値)

(8) 胸郭

1) 節長

- ・X線フィルムから頸・胸椎関節位置、胸・腰椎関節位置、座骨結節下端位置をよみとり、胸郭節長、腹部節長、骨盤節長それぞれの、3つの節長の和に対する比率を求める。
- ・3つの節長の和を IPRI-B8 (頸椎高) - ISO-4.1.6 (上前腸骨棘高) から推定する式を求める。また、各節長を IPRI-B8 (頸椎高) - ISO-4.1.6 (上前腸骨棘高) から推定する式を求める。各節長間の比率は以下の通りである。

男性：胸郭節長：腹部節長：骨盤節長 = 44.8 : 28.8 : 26.4

女性：胸郭節長：腹部節長：骨盤節長 = 46.3 : 26.5 : 27.2

胸郭節長の推定式は以下のとおりである。

男性：(頸椎高 - 上前腸骨棘高) \times 0.558

女性：(頸椎高 - 上前腸骨棘高) \times 0.568

2) 厚さ・幅

ISO-4.2.8 (肩峰幅) = IPRI-D7 (肩峰幅)、ISO-4.2.16 (乳頭位胸部厚径) = IPRI-E2 (胸部厚径)、ISO-4.4.8 (頸囲) = IPRI-F1 (頸囲)、ISO-4.4.9 (胸囲) = IPRI-F5 (胸囲 (静時))、ISO-4.4.10 (ウエスト囲) = IPRI-F10 (胴囲) から、胸郭節の上端 (頸部) 厚・幅、肩峰位の

厚・幅、乳頭位の厚・幅、下端（胴部）厚・幅を推定する。

- ・頸部端は厚と幅を同じ寸法とし、IPRI-D1（頸付根幅）を用いる。頸付根幅を推定する式を求める。
- ・肩峰位の幅はISO-4.2.8（肩峰幅）＝IPRI-D7（肩峰幅）をそのまま利用する。肩峰位の前後径は体型写真から計測し、これを推定する式を求める。
- ・乳頭位の幅はISO-4.2.8（胸部横径）＝IPRI-D4（胸部横径）、厚さはISO-4.2.16（乳頭位胸部厚径）＝IPRI-E2（胸部厚径）を用いる。
- ・腹部の幅はIPRI-D8（胴部横径）、厚さはIPRI-E3（胴部厚径）を用いる。これらを、ISO-4.4.10（ウエスト囲）＝IPRI-F10（胴囲）から推定する式を求める。

男性：

- (a)頸付根幅＝ $49.443 + 0.266 \times \text{頸囲}$ （ $r=0.611$ ）
- (b)肩峰位前後径＝ $65.544 + 0.394 \times \text{胸部厚径}$ （ $r=0.554$ ）
- (c)胴部横径＝ $37.975 + 0.303 \times \text{胴囲}$ （ $r=0.921$ ）
- (d)胴部厚径＝ $-37.383 + 0.313 \times \text{胴囲}$ （ $r=0.912$ ）

女性：

- (a)頸付根幅＝ $50.306 + 0.241 \times \text{頸囲}$ （ISO4.4.8＝IPRI-F1）（ $r=0.525$ ）
- (b)肩峰位前後径＝ $-3.538 + 0.452 \times \text{頸囲}$ （ $r=0.482$ ）
- (c)胴部横径＝ $56.796 + 0.269 \times \text{胴囲}$ （ $r=0.839$ ）
- (d)胴部厚径＝ $-12.147 + 0.271 \times \text{胴囲}$ （ $r=0.842$ ）

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1：1とする。

厚さ方向の分割比率は、体型写真から取得する。

高さ方向の分割比率は、X線写真データと製科研寸法データから取得する。

(A)厚さ方向の分割比率

体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原点として求める。すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a)肩峰レベル

男性：前端からの原点の位置：13.5%（一定）

女性：前端からの原点の位置：26.9%（一定）

(b)乳頭レベル

男性：前端からの原点の位置：37.0%（一定）

女性：前端からの原点の位置：52.1%（一定）

(c)下端

男性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）

女性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）

(B)高さ方向の分割比率

旧製科研寸法データの胸郭節長、IPRI-B8（頸椎高）、IPRI-B19（肩峰高）、IPRI-B6（乳頭高）から求めた高さ方向の分割比は以下のとおりである。

男性：頸椎－肩峰：肩峰－乳頭：乳頭－下端＝26.2：47.9：25.9（一定）

女性：頸椎－肩峰：肩峰－乳頭：乳頭－下端＝25.2：48.1：26.8（一定）

(9) 腹部

1) 節長

胸郭節長と同様に求める。腹部節長の推定式は以下のとおりである。

男性：(頸椎高－上前腸骨棘高) × 0.360

女性：(頸椎高－上前腸骨棘高) × 0.318

2) 厚さ・幅

ISO-4.4.10 (ウエスト囲) = IPRI-F10 (胴囲)、ISO-4.1.12 (殿幅) = IPRI-D6 (殿幅) から、腹部節の近位および遠位の厚・幅を推定する。

・上端の幅はIPRI-D8 (胴部横径)、厚さはIPRI-E3 (胴部厚径) を用いる。これは胸郭節の下端の幅、厚さと同じである。

・遠位の幅はIPRI-D9 (腸骨稜幅)、厚さはIPRI-E4 (臍位腹部厚径) を用いる。これらの寸法項目とPRI-F10 (胴囲) あるいはIPRI-D6 (殿幅) との関係式を求める。

男性：

(a)遠位の幅 = $76.981 + 0.595 \times \text{殿幅}$ ($r=0.607$)

(b)遠位の厚み = $-23.059 + 0.288 \times \text{胴囲}$ ($r=0.898$)

女性：

(a)遠位の幅 = $115.782 + 0.445 \times \text{殿幅}$ ($r=0.467$)

(b)遠位の厚み = $-1.816 + 0.261 \times \text{胴囲}$ ($r=0.840$)

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1:1。厚さ方向の分割比率は体型写真から取得する。

長軸方向には中間断面がないので分割比率は必要ない。

(A)厚さ方向の分割比率

体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原点として求める。すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a)上端位置

男性：前端からの原点の位置：50.7% (一定)

女性：前端からの原点の位置：52.3% (一定)

(b)下端位置

男性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

女性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

(B)幅方向の分割比率

男女とも1:1。

(10) 骨盤節

1) 節長

胸郭節長と同様に求める。腹部節長の推定式は以下のとおりである。

男性：(第7頸椎高－上前腸骨棘高) × 0.330

女性：(第7頸椎高－上前腸骨棘高) × 0.334

2) 厚さ・幅

・近位端の幅はIPRI-D9 (腸骨稜幅)、厚さはIPRI-E4 (臍位腹部厚径) を用いる。これらは腹部節の下端の幅、厚さと同じである。

- ・大転子位の幅はIPRI-D10（大転子間幅）を、厚みはIPRI-E6（殿部厚径）を用いる。ISO-4.4.10（ウエスト囲）＝IPRI-F10（胴囲）あるいはISO-4.1.12（殿幅）＝IPRI-D6（殿幅）からこれらを推定する式を求める。
- ・遠位端の幅はISO-4.1.12（殿幅）＝IPRI-D6（殿幅）をそのまま用いる。厚さはIPRI-E8（大腿厚）を用いる。この厚さは大腿節近位端の厚さと同じである。

男性：

- (a)大転子間幅＝73.94＋0.710×殿幅（r=0.812）
- (b)殿部厚径＝52.072＋0.243×胴囲（r=0.777）

女性：

- (a)大転子間幅＝52.486＋0.811×殿幅（r=0.911）
- (b)殿部厚径＝60.29＋0.176×胴囲（r=0.588）

3) 高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1：1とする。厚さ方向の分割比率は体型写真から取得する。

(A)厚さ方向の分割比率

全体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原点として求める。すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a)上端位置

- 男性：前端からの原点の位置：56.7%（一定）
- 女性：前端からの原点の位置：60.6%（一定）

(b)大転子位置

- 男性：前端からの原点の位置：45.4%（一定）
- 女性：前端からの原点の位置：44.0%（一定）

(c)下端位置

- 男性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）
- 女性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）

(B)高さ方向の分割比

X線写真から求めた高さ方向の分割比は以下のとおりである。

- 男性：上端－大転子÷上端－下端＝0.60
- 女性：上端－大転子÷上端－下端＝0.65

(11) 手節

1) 節長

ISO-4.3.1（手長）をそのまま利用する。

2) 厚さ・幅

大阪市立大学にて新たに取得したデータより、以下の推定式を求めた。

推定式はステップワイズ重回帰分析による。

- (a)近位置端の幅＝7.788＋0.266×手長（r=0.883）
- (b)近位置端の厚＝－4.472＋0.248×手長（r=0.850）
- (c)手首周長＝－100.528＋0.476×手長＋0.856×手幅（手軸直交）（r=0.942）
- (d)最大手幅＝0.344＋0.493×手掌長＋0.555×手幅（手軸直交）（r=0.949）
- (e)手掌厚＝－3.679＋0.201×手長（r=0.722）

ただし、手掌厚：橈側中手点と尺側中手点を通る断面の最大厚さ

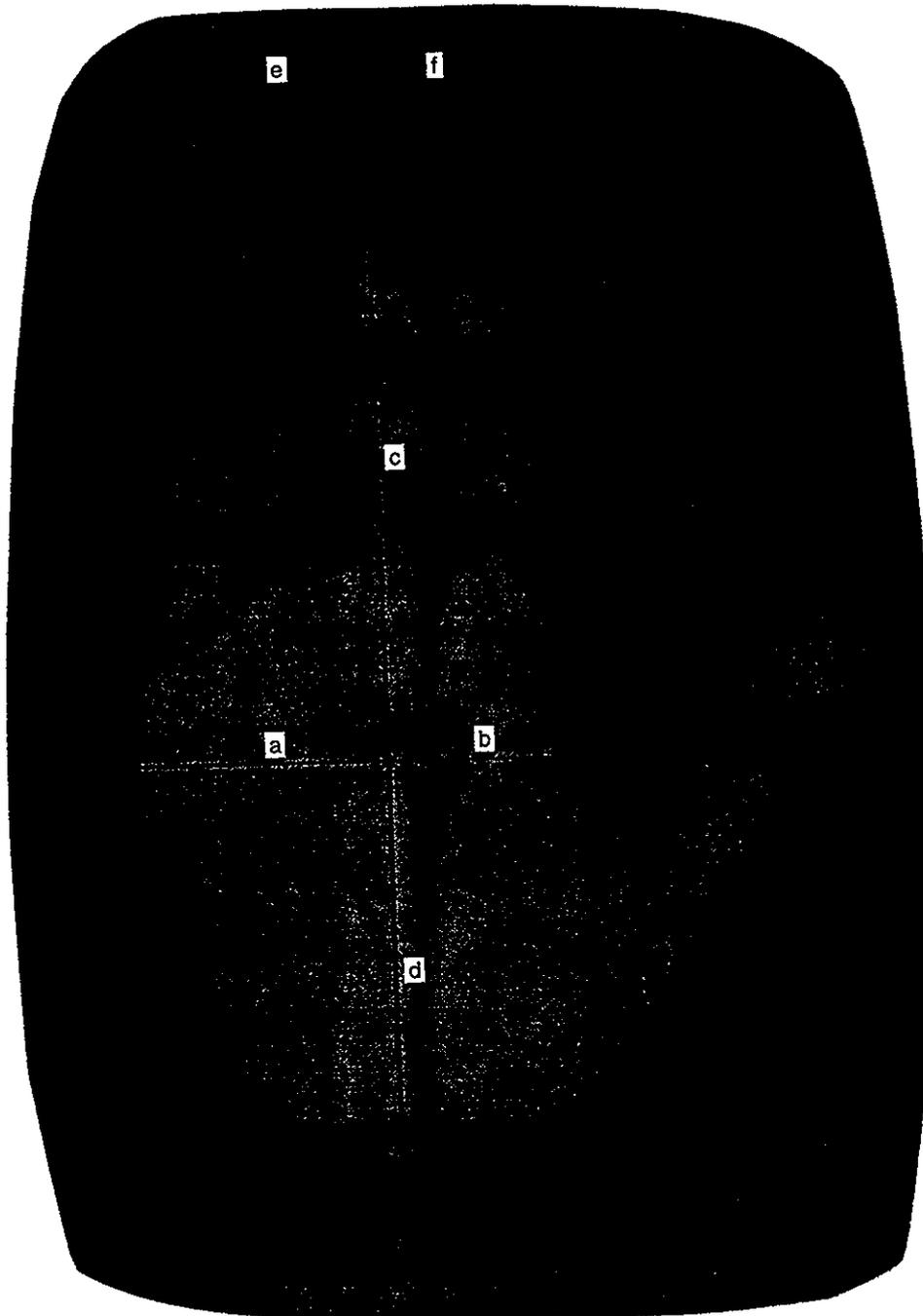
3) 高さ・厚さの分割比率

大阪市立大学にて新たに取得したデータより、以下の推定式を求めた。得られた分割比は以下のとおりである。

(a)最大手幅位の幅の分割比：尺側÷橈側= 1.10 (標準偏差= 0.13) 図22 (a÷b)

(b)最大手幅位の長軸方向の分割比：遠位÷近位= 1.70 (標準偏差= 0.09) 図22 (c÷d)

(c)手部先端の幅方向の分割比：尺側÷橈側= 1.32 (標準偏差= 0.27) 図22 (e÷f)



- | | |
|------------------|------------------|
| a : 最大手幅位の幅方向尺側 | b : 最大手幅位の幅方向橈側 |
| c : 最大手幅位の長軸方向遠位 | d : 最大手幅位の長軸方向近位 |
| e : 手部先端の幅方向尺側 | f : 手部先端の幅方向橈側 |

図22 手の分割比率

(12) 足部

1) 節長 (床面から足関節までの高さ)

・IPRI-M3 (内果端高) をそのまま用いる。これを HQL-163 (内果高) = IPRI-M2 (内果高) から推定する。推定式は以下の通りである。

男性：足部節長 = $-10.581 + 0.945 \times \text{内果高}$ ($r=0.844$)

女性：足部節長 = $-2.106 + 0.900 \times \text{内果高}$ ($r=0.922$)

2) 厚さ・幅

・近位端の厚さと幅は、下腿節遠位端の厚さと幅と等しい。

・最大囲位の厚さは ISO-4.3.7 (足長) \div IPRI-M18 (足長)、幅は ISO-4.3.8 (足幅) \div IPRI-M26 (ボール幅) を利用する。

・遠位端はフットプリントの厚さと幅から決定する。これは、足立氏所有のデータから実測する。これを、それぞれ IPRI-M18 (足長)、IPRI-M26 (ボール幅) 相当寸法から推定する。男女それぞれについて、身長が 40~60 パーセントイルに入る被験者から求めた関係式は以下の通りである。

男性：

(a) 遠位端の厚さ = フットプリント長 = $29.085 + 0.806 \times \text{足長}$ ($r=0.869$)

(b) 遠位端の幅 = フットプリント幅 = $6.908 + 0.856 \times \text{ボール幅}$ ($r=0.894$)

女性：

(a) 遠位端の厚さ = フットプリント長 = $13.267 + 0.865 \times \text{足長}$ ($r=0.919$)

(b) 遠位端の幅 = フットプリント幅 = $-9.557 + 1.029 \times \text{ボール幅}$ ($r=0.836$)

3) 高さ・厚さの分割比率

・踵点 (踵の最も後方の点) と脛側中足点と腓側中足点の midpoint とを結ぶ直線を足軸とし、幅方向の分割比は足軸を基準に 1:1 とする。

・高さ方向は、最大囲位を床面から 1 cm (一定) とする。

・足長方向の分割比は以下の様に決める。足部輪郭図上で、内果最突出点と外果最突出点を結ぶ直線が足軸と交わる点の位置を中心として上端部断面の前後位置をきめる。この位置を足首断面中心点と呼ぶ。足首断面中心点位置は筑波大学足立氏所有のデータから実測し、これを推定する式を求める。

男性：踵点から足首断面中心位置までの距離 = $-28.063 + 0.336 \times \text{足長}$ ($r=0.620$)

女性：踵点から足首断面中心位置までの距離 = $19.617 + 0.354 \times \text{ボール幅}$ ($r=0.520$)

(13) 頭部

1) 節長

・頭部節長としては全頭高 (IPRI-A36) を用いる。これを ISO-4.3.11 (形態学顔高) = IPRI-A15 (形態学顔高) から推定する式を求める。

男性：頭部節長 = $149.221 + 0.772 \times \text{形態学顔高}$ ($r=0.562$)

女性：頭部節長 = $142.128 + 0.753 \times \text{形態学顔高}$ ($r=0.549$)

2) 厚さ・幅

・頭部節には上端、耳珠点位置、下端の 3 つがある

・上端および耳珠点位置の厚さには ISO-4.3.9 (頭長) = IPRI-A1 (頭長) を、幅には ISO-4.3.10 (頭幅) = IPRI-A2 (頭幅) をそのまま利用する。

・下端は厚さのみを頭長の半分にして幅は頭幅ををそのまま用いる。

3) 高さ・厚さの分割比率

耳珠点位置を決定する高さの分割比を計算するためにはIPRI-A36(頭耳高)を利用する。

IPRI全資料から得られた分割比は以下の通りである。

男性：頭耳高÷全頭高=0.581(一定)

女性：頭耳高÷全頭高=0.576(一定)

(14) 頸部

1) 節長

節長は特に規定しない。最終的にすべての節を組み上げる際に、頭頂の高さが身長に一致するようにするためには、どこかの節か関節で高さ方向のずれを吸収しなければならない。頸部節は、そのための調節に利用する。したがって、頸部節の節長は、各節の立位状態の姿勢に従って組み上げたときの、頭頂の高さと身長によって決定する。

2) 厚さ・幅

ISO-4.4.8(頸囲)=IPRI-F1(頸囲)と等しい周長をもち、断面形状を円とみなして、円の半径を推定する。

男性：厚さ=幅=頸囲÷2π

女性：厚さ=幅=頸囲÷2π

3) 高さ・厚さの分割比率

厚さ方向、幅方向の分割比は1:1とする。長軸方向には中間断面が存在しないため、分割比は不要である。

3.1.5 関節点位置の推定

X線写真から各関節中心位置およびその近傍にあって体表から決定することができる特徴点位置を読み取り、体表から決定することができる特徴点位置を基準に、関節中心位置を推定した。

(1) 肩関節点

肩関節中心点位置は肩峰点より推定する。

図17に示すとおり、肩峰点からの奥行き方向(xd)、左右方向(yd)、上下方向(zd)のずれを、以下のようにISO-4.2.8(肩峰幅)=IPRI-D7(肩峰幅)から推定する。

男性：

前後方向：xd=0.030×肩峰幅(+なので肩峰点より前方)

左右方向：yd=-0.053×肩峰幅(-なので肩峰点より内側)

上下方向：zd=-0.094×肩峰幅(-なので肩峰点より下方)

女性：

前後方向：xd=0.028×肩峰幅(+なので肩峰点より前方)

左右方向：yd=-0.060×肩峰幅(-なので肩峰点より内側)

上下方向：zd=-0.096×肩峰幅(-なので肩峰点より下方)

肩関節中心点間幅は、以下の通り推定される。

男性：肩関節中心点間幅=0.893×肩峰幅

女性：肩関節中心点間幅=0.879×肩峰幅

(2) 肘関節軸(図16)

肘関節軸位置は上腕骨滑車内にあるので、橈骨点よりも近位となる。橈骨点と肘関節軸位置の距離は以下のように推定される。

男性：橈骨点より近位方向に $0.0478 \times$ 前腕長

女性：橈骨点より近位方向に $0.0572 \times$ 前腕長

(3) 手関節軸 (図 16)

前腕関節間距離、すなわち肘関節軸と手関節軸の距離は以下のように推定される。

男性： $1.07 \times$ 前腕長

女性： $1.06 \times$ 前腕長

(4) 股関節中心点 (図 17)

股関節中心点位置は上前腸骨棘点から推定する。図 17 に示すとおり、上前腸骨棘点からの左右方向 (yd)、上下方向 (zd) のずれを、以下のように IPRI-D9 (腸骨稜幅) から推定する。

男性：

左右方向： $yd = -0.151 \times$ 腸骨稜幅 (-なので上前腸骨棘点より内側)

上下方向： $zd = -0.199 \times$ 腸骨稜幅 (-なので上前腸骨棘点より下方)

女性：

左右方向： $yd = -0.145 \times$ 腸骨稜幅 (-なので上前腸骨棘点より内側)

上下方向： $zd = -0.192 \times$ 腸骨稜幅 (-なので上前腸骨棘点より下方)

股関節中心点の前後方向の位置は、上前腸骨棘点の奥行き方向の情報が不明であるため、上記では求められない。側面観では重心線が股関節中心を通ることを利用して推定する。すなわち、耳孔、股関節中心、膝関節中心が一直線上に並ぶことを利用する。

(5) 膝関節軸 (図 16)

膝関節軸位置は大腿骨顆部を横断するので、脛骨点 (脛骨上縁高の計測点) よりも近位にある。脛骨点と膝関節軸位置の距離は、下腿節長から以下のように推定される。

男性：脛骨点から近位方向に $0.0723 \times$ 下腿節長

女性：脛骨点から近位方向に $0.0703 \times$ 下腿節長

(6) 足関節軸 (図 16)

足関節軸は内果端点よりも下方 (遠位) に位置する。膝関節面から足関節軸までの距離は、下腿節長から以下のように推定される。

男性：脛骨点から遠位方向に $1.0345 \times$ 下腿節長

女性：脛骨点から遠位方向に $1.0297 \times$ 下腿節長

3.1.6 代表データの作成

青年男女につき、10パーセンタイル以下、40～60パーセンタイル、90パーセンタイル以上の3集団について、各体節データの代表値を求めた。結果を表 11 に示す。

表11 各体節データの代表値

節	単位: mm		取得方	男子10%	男子50%	男子90%	女子10%	女子50%	女子90%	
	レベル	寸法項目名								
上腕節	節長	上腕長	推定式	278	301	315	255	277	296	
			実測値	290	314	329	266	289	309	
	上端/腕付根	幅径	推定値	77	77	84	65	68	73	
		前後径	推定値	108	128	119	106	110	113	
	中間/最大囲位置	幅径	推定値	79	82	85	71	74	77	
		前後径	推定値	96	112	104	97	97	98	
		上端からの位置	推定式	133	144	151	124	135	144	
	下端/橈骨点	幅径	推定値	69	76	78	71	72	73	
		前後径	推定値	78	90	88	71	75	80	
	節長=	前腕長	実測値	235	251	269	213	228	244	
前腕節	上端/橈骨点	幅径	推定値	69	76	78	71	72	73	
		前後径	推定値	78	90	88	71	75	80	
	中間/最大囲位置	幅径	推定値	72	76	79	72	73	76	
		前後径	推定値	85	93	93	77	79	83	
		上端からの位置	推定式	49	52	56	42	45	48	
	下端/橈骨茎突点	幅径	推定値	81	90	89	72	73	80	
		前後径	推定値	45	50	48	46	47	61	
	節長	上前腸骨棘高	推定式	414	456	484	384	408	433	
		腰骨点高	実測値	859	937	999	790	846	906	
			実測値	409	443	474	373	404	436	
大腿節	上端/殿溝	幅径	実測値	156	168	174	159	163	166	
		前後径	実測値	158	172	178	178	180	185	
	下端/膝蓋骨中央	幅径	実測値	103	109	112	100	100	106	
		前後径	実測値	111	119	123	111	115	120	
	節長	腰骨点高	推定式	338	366	393	302	330	357	
		内果端高	実測値	409	443	474	373	404	436	
			実測値	63	68	72	64	66	70	
	上端/膝蓋骨中央	幅径	実測値	103	109	112	100	100	106	
		前後径	実測値	111	119	123	111	115	120	
	中間/最大囲位置	幅径	実測値	106	115	118	103	104	108	
	前後径	実測値	105	113	117	102	104	110		
	上端からの位置	推定式	115	124	133	113	124	134		
下端/内果端点	幅径	実測値	56	59	62	52	52	56		
	前後径	実測値	70	74	78	69	70	74		
下腿節	節長	頸椎高	推定式	278	288	313	272	285	304	
		上前腸骨棘高	実測値	1357	1454	1561	1269	1348	1441	
			実測値	859	937	999	790	846	906	
	上端/頸椎点-頸	幅径	実測値	139	144	152	121	123	127	
		前後径	実測値	139	144	152	121	123	127	
	中間-1/肩峰点	幅径	実測値	383	403	418	348	358	370	
		前後径	推定値	142	150	150	130	135	138	
		上端からの位置	推定式	73	76	82	69	72	77	
		断面中心前後位置	推定値	19	20	20	35	36	37	
	中間-2/乳頭-パ	幅径	実測値	278	293	301	264	266	273	
	前後径	実測値	201	214	217	212	213	216		
	上端からの位置	推定式	206	214	232	200	209	223		
	断面中心前後位置	推定値	74	79	80	111	111	112		
下端/ウェスト位	幅径	実測値	249	266	269	231	232	238		
	前後径	実測値	185	196	196	165	165	169		
	断面中心前後位置	推定式	93	98	98	83	82	85		
腹部節	節長	頸椎高	推定式	179	186	202	152	160	170	
		上前腸骨棘高	実測値	249	266	269	231	232	238	
			実測値	185	196	196	165	165	169	
	上端/ウェスト位	幅径	推定式	97	102	103	84	84	86	
		前後径	実測値	254	271	292	255	261	271	
		断面中心前後位置	推定式	181	192	191	168	168	173	
	下端/腸骨稜位	幅径	推定式	91	96	96	84	84	86	
		前後径	実測値	164	171	185	160	168	179	
		断面中心前後位置	推定式	254	271	292	255	261	271	
		前後径	実測値	181	192	191	168	168	173	
骨盤節	節長	腸骨稜高	推定式	103	109	108	102	102	105	
		内果端高	実測値	290	308	326	298	306	318	
	上端/腸骨稜位	幅径	実測値	219	233	240	177	177	175	
		前後径	推定式	108	112	121	99	104	111	
		断面前後位置比率	推定式	99	106	109	78	78	77	
	中間/大転子位	幅径	実測値	309	329	346	317	330	341	
		前後径	実測値	158	172	178	178	180	185	
		断面中心前後位置	推定式	79	86	89	89	90	93	
	下端/殿溝	幅径	最大腰幅	実測値	233	240	243	224	229	235
		前後径	頭幅	実測値	160	163	163	152	153	156
頭部節	節長	頭長	実測値	186	190	192	178	181	185	
		耳珠位置/上から	実測値	138	140	140	128	132	135	
	上端=下端	直径	不定							
			推定式	110	114	117	97	97	100	
			実測値	345	360	367	304	305	315	
	節長=	内果端高	実測値	63	68	72	64	66	70	
	上端/内果端点	幅径	実測値	56	59	62	52	52	56	
		前後径	実測値	70	74	78	69	70	74	
		断面前後中心位置	推定式	52	58	62	51	52	54	
	中間/下から1c	幅径	ボール幅	実測値	95	99	104	89	92	97
	前後径	足長	実測値	238	256	269	219	233	246	
足節	下端/床面	幅径	推定式	88	92	96	82	85	90	
		前後径	推定式	221	235	246	203	215	226	

3.2 動態モデル

動態モデルは、形態モデルの姿勢／動作を制御するためのものであるが、本研究開発においては、第1期分として生成された形態モデルの姿勢の制御のみを対象とし、Forward Kinematics、Inverse Kinematics によるアルゴリズム検討を行った。⁵⁾⁶⁾⁷⁾

3.2.1 Forward Kinematics による姿勢制御機能

関節の可動域は考慮する関節より先の部位が直線的に伸びていると仮定し、これとその関節の可動域を考慮して可動域を算出する。関節の可動域に関しては、以下の表に示すものとする。

表12 関節の可動域

関節点名	X 軸回転		Y 軸回転		Z 軸回転	
(1)頭蓋・脊柱間	±25°	右側屈 +50° 左側屈 -50°	+30° -25°	屈曲+60° 伸展-50°	±30°	左回旋+60° 右回旋-60°
(2)頸・胸椎間	±25°	右側屈 +50° 左側屈 -50°	+30° -25°		±30°	
(3)胸・腰椎間	±25°	右側屈 +50° 左側屈 -50°	+25° -20°	屈曲+45° 伸展-30°	±20°	左回旋+40° 右回旋-40°
(4)腰・仙椎間	±25°	右側屈 +50° 左側屈 -50°	+20° -15°		±20°	
(5)肩	外転-180° +180° 内転0°		屈曲-180° 伸展+50°		内旋+80° -80° 外旋-60° +60°	
(6)肘			屈曲-45° 伸展+5°		回内+90° -90° 回外-90° +90°	
(7)手根	屈曲+90° -90° 伸展-70° +70°		尺屈+55° 橈屈-25°			
(8)股	内転+20° -20° 外転-45° +45°		屈曲-125° 伸展+15°		内旋+45° -45° 外旋-45° +45°	
(9)膝			屈曲+130° 伸展0°			
(10)足根	外がえし-20° +20° 内がえし+30° -30°		屈曲+45° 伸展-20°		外転-10° +10° 内転+20° -20°	

注：明記していない場合、各部位はz軸（垂直線）に平行この可動域内において、以下の方法により姿勢を制御する。

- ・回転したい部位はマウスにより選択する。
- ・選択した部位をマウスによるドラッグで回転とする。
- ・数値入力による回転角度の指定もできるものとする。
- ・回転をリンク機構の末端までの関節パラメータに反映する。
- ・関節に指定した可動範囲を越える回転はできないものとする。
- ・変更された姿勢は初期状態に戻すことができる。

3.2.2 Inverse Kinematics による姿勢制御機能

Inverse Kinematicsによる姿勢制御を行いながらの関節可動範囲の制御は、きわめて高度なトピックスであり、数値計算的に多くの複雑な問題がある。また、根拠となる計算式が十分に確立されていない。

この問題を解決する手法として、本研究開発においては、とりあえず適用可能な躍度最小法を使った関節可動範囲の制御の可能性について検討した。

(1) 3次元では運動の視点と終点で速度、加速度が0となる条件にて、下記のように仮定する。

$$x(t) = x_0 + (x_0 - x_f)(15 \tau^4 - 6 \tau^5 - 10 \tau^3)$$

$$y(t) = y_0 + (y_0 - y_f)(15 \tau^4 - 6 \tau^5 - 10 \tau^3)$$

$$z(t) = z_0 + (z_0 - y_f)(15 \tau^4 - 6 \tau^5 - 10 \tau^3)$$

次に以下を仮定する。

- (2) 運動は、始状態から終状態への間、同一平面上でなされる。
- (3) 手首の関節の角度は運動の間不変
- (4) 運動生成の前に始状態での肩関節点と手先を通る直線が、肩関節と終状態での手先位置を通る直線に一致するように、肩関節で上肢を回転させる。
- (5) 運動生成の過程で、各関節の可動域を越える場合は失敗

以上の仮定で、肩関節と肘関節の2関節平面運動の再現を行う躍度最小モデルを用いることが可能となる。さらに、肘関節の軌跡は、単純な幾何問題とすることができる。

さらに、このアルゴリズムを採用した際の仕様を以下に想定した。

- (1) リンクを構成する関節は、すべて2次元平面上を移動する。
- (2) 関節に指定した可動範囲を越える回転はできないものとする。
- (3) 自由度は6以下に限定する。
- (4) 姿勢制御可能な対象は四肢に限定する。(残りの部位の姿勢は Forward Kinematics を採用して制御する)

しかしながら、この方式では、例えば、「指先を移動させたい場所に持っていった際に、自然な姿勢をとらせる」といった最も求められる機能を実現することはできない。

そこで、利用可能な計算式が確定されるまで、Inverse Kinematics の実現は延期することとし、本年度は、Forward Kinematics のみを開発することとした。

3.3 評価モデル

本研究開発では、コンピュータ・マネキンに搭載すべき人間適合性評価を行う機能特性の検討を目標とした。本検討結果を表13に示す。

このうち本研究開発においては、第1次世代マネキンで求められる「人間の寸法および幾何学的な関係」を評価するために必要な以下の機能を開発した。

表13 評価機能表

特性	評価に関する機能	機能の概略
寸法形状	人体とモノとの干渉の判定 動作域の計算 人体の四肢の到達域の計算 四肢の到達度の計算 人体の占有空間の計算	人体とモノが干渉しているかどうか 人の動作に伴って占有される空間 四肢の到達域。ものを持っている場合とない場合など 指定した点に手が届くかどうかの判定 人体全体が占有している空間を精密に計算する
生体力学	上肢ならびに手部の負荷評価 フットコントロールの負荷評価 姿勢・動作の力学的負荷の推定 姿勢・動作の安定性の推定	把持、押下等に伴う指、手首、上肢にかかる力学的負担の評価 ペダル操作等に伴う足首、下肢、腰部の力学的負担の評価 荷重の有無と姿勢・動作に伴う関節や筋への力学的負担の推定 姿勢や動作に伴う重心移動量、可制御域等の安定性の推定
感覚評価	視野の表示 複合的な評価手法の組み込み	CADマネキンの視点から見た景観表示、有効視野の表示 作業姿勢・動作や操作プロトコルの各種評価手法の組み込み
手法	評価ガイドラインの組み込み	人間工学や労働科学分野の各種の評価ガイドラインの組み込み

3.3.1 ISO計測項目／寸法値の表示機能

生成した形態モデルのISO7250の計測値および寸法値を表示する機能である。

- ・表示したい計測項目をメニューから選択する。
- ・計測項目に該当する計測値を表示する。

3.3.2 最大到達域表示機能

生成したマネキンの両腕について、その最大到達域を表示する機能である。

- ・肘関節および手首の関節の回転を固定して、腕を伸ばした状態を仮定し、肩関節の可動域から算出できる円錐状の最大到達域を計測する。
- ・得られた計測値をもとに、画面上に円錐を表示して、最大到達域を確認できる。

3.4 プラットフォーム

3.4.1 ソフトウェア構造

基本的なモジュールは物理オブジェクト、機能オブジェクト、インターフェースの3本立てで考える。物理オブジェクトは製品と人体の挙動の計算モデル、機能オブジェクトは人体モデルへのデータ設定、姿勢生成、動作生成、到達域生成、動作域生成等の人体モデル機能や評価機能をそれぞれ個別にモジュール化したオブジェクト、インターフェースは、機能オブジェクトとユーザとのやりとりをグラフィカルに行うオブジェクトである。また、これらのモジュールは、コンピュータ・マネキンの進化に応じて、順次機能付加されていくオブジェクト構造を持つことを特徴とした。(図23)

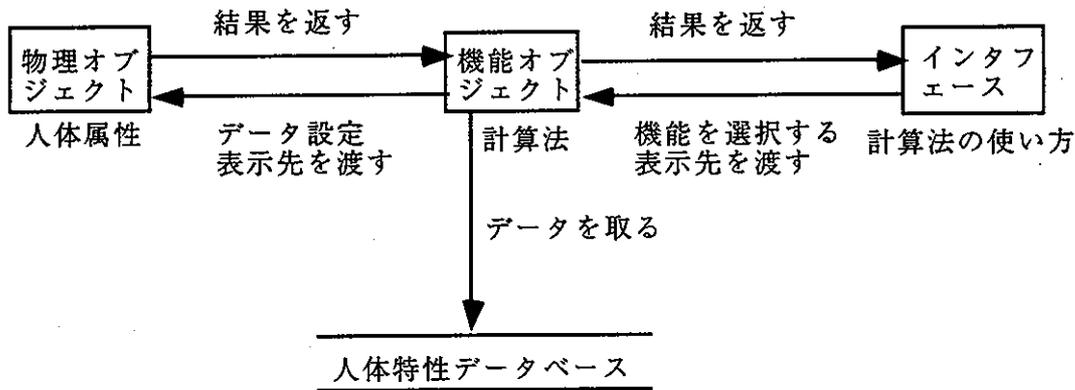


図23 各オブジェクト間の呼び出し関係

(1) 物理オブジェクト

- ・人体や物の物理的属性データを持つデータ構造である。
- ・操作した結果の人体モデルを表示する機能をもつ。

物理オブジェクトは、人体モデルと製品モデルをどちらも共通のデータ構造で組み立てるためのオブジェクトである。基本的には、人体の寸法、形状特性、生体力学的特性、感覚特性に関する基本的なデータと本データから計算される他の特性、たとえば速度、加速度等を計算する機能をもつ。また、将来的な拡張のため、生体力学的定数等のバイオメカニカルなシミュレーションに必要な特性を付加しても、物理オブジェクトの構造全体を変更しないですみむような

データ構造とした。(図24) 物理オブジェクトの属性は、コンピュータマネキンの進化に応じて、順次付加されていくと予想される。その際に、一つの組織においてユーザのニーズを汲み上げタイミング良く属性を付加していくことが必要である。言い換えれば、物理オブジェクトの構造と機能は、プラットフォームの参加者にとって共通に利用されるモジュールである。

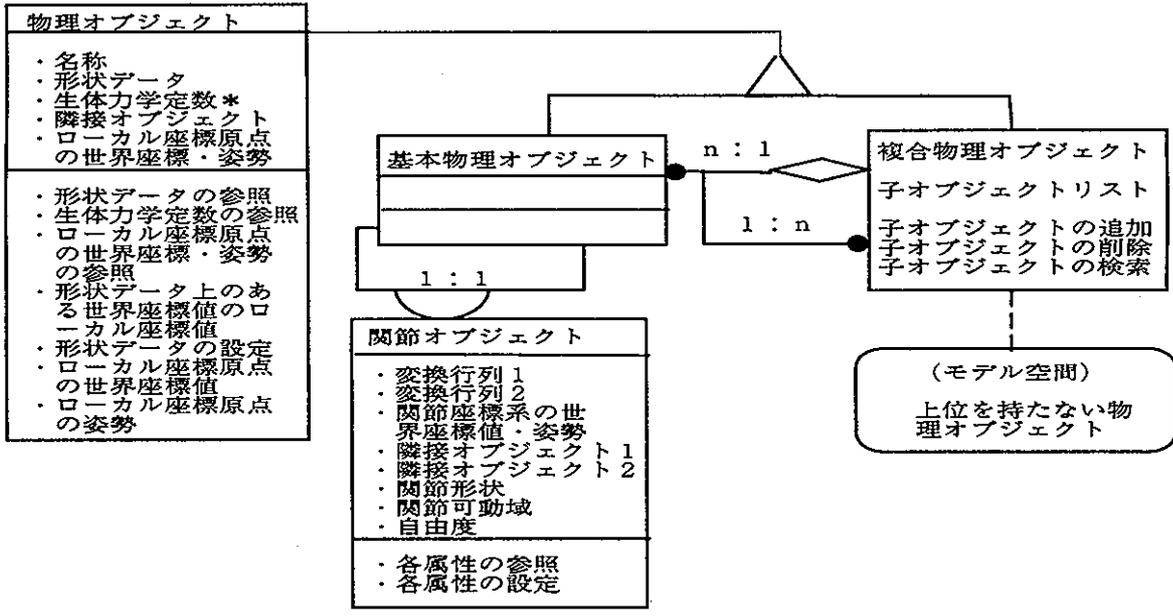


図24 物理オブジェクトの構造

(2) 機能オブジェクト

・姿勢制御、形状の変形等のコンピュータマネキンの機能のオブジェクトである。

機能オブジェクトは、人体モデリング機能や評価機能を、人体モデル自体に実装しないで、個別にモジュール化するための仕組みである。一つ一つの機能を物理オブジェクト自体に実装すると、物理オブジェクトの定義が肥大化してコンフリクトを起こしやすい。また、複数の参加者が他の参加者が組み込んだモジュールを意識しないで、自分の作りたい機能だけを独立に実装しようとする、物理オブジェクトに直接、手続きとして組み込むよりは、機能オブジェクトとして独立に実装しようとする、物理オブジェクトに直接、手続きとして組み込むよりは、機能オブジェクトとして独立させた方が実装の局所性が保たれる。

物理オブジェクトのバージョン管理が一カ所に集中して行うのに対して、機能オブジェクトの追加や変更は、参加者が独立して勝手に行えるようになる。

また、具体的に機能オブジェクトは以下にて構成される。

- ・静的姿勢計算オブジェクト：各物理オブジェクトの変換行列を、姿勢データから計算し、物理オブジェクトに設定する。
- ・動的姿勢計算オブジェクト：各部オブジェクトの変換行列を、動作データから計算し、各時刻毎に物理オブジェクトに設定する。
- ・形状変形オブジェクト：人体寸法データを用いて、標準形状から指定したデータの特徴をもつ形状を計算する。

3.4.2 人体特性データベース

形態モデル、動態モデル生成に必要な人体特性データベース機能概要を以下に記述する。

- ・各種の人体特性を格納したデータベース 人体特性データベースは、人体モデルのパラメータや機能オブジェクトの実行に必要なデータを格納したデータベースである。具体的には人体各部の形状、寸法、生体力学的定数、動作データ等を保存することになる。

3.4.3 インターフェース

開発を行うインターフェースの機能概要を以下に記述する。

- ・姿勢の決定、形状の変形等の機能オブジェクトを呼び出して、人体モデルを操作する。
- ・物理オブジェクトと機能オブジェクトのバージョンチェックをする。
- ・インタフェースの不整合をチェックする。

インターフェースは、機能オブジェクトとユーザとのインタフェースを司るオブジェクトである。具体的には、ファイル入出力、編集、機能の選択（つまり機能オブジェクトの選択）、ヘルプ等をユーザに提供する。

また、個々の機能オブジェクトは、データソースの選択や機能の設定等を行う必要があるので、個々の機能オブジェクト毎のインターフェース（サブインターフェース）と、それらをまとめた全体を管理するインターフェースが必要である。

実際の実装では、個々の機能オブジェクトを実装した参加者が、個々の機能オブジェクトのサブインターフェースを作成して、全体のインターフェースに追加する必要がある。

そのため、インターフェースは、機能オブジェクトとインターフェースの辞書を持ち、辞書からサブインターフェースを選択すると機能オブジェクトが機動するといった仕組みを持つ必要がある。

また、インターフェースオブジェクトの大枠として、次のようなメニューを持つ必要がある。機能メニューは、機能オブジェクトをインターフェースオブジェクトにプラグインすることで、メニューが自動的に生成される。

ファイル入出力	入出力	VRML出力	編集	物理オブジェクト生成	カット	コ	
ピー	ペースト	全選択	物理オブジェクトの編集	機能	静的姿勢	形状変形	動
作再現	ヘルプ						

3.5 標準骨格モデル

形態モデル内には骨格を内蔵している。本研究開発においては、16の関節 (Pivot Point) とそれをつなぐリンクにて骨格を模擬した。しかし、将来的に第2、3世代マネキンという多機能マネキンを開発をする場合、図25のような実際の人間の骨格を内部に再現する必要がある。

本研究開発においては、この将来的な開発に備えるため、日本人成人の標準的骨格モデルを開発した。

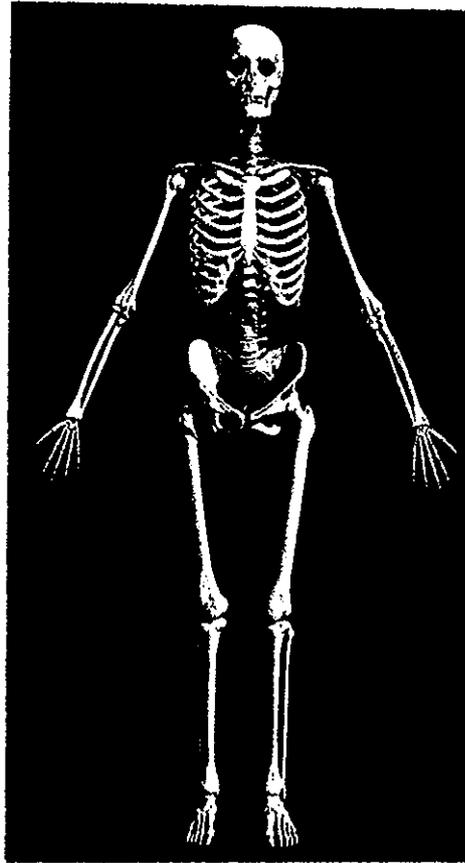


図25 日本人標準骨格モデル

3.6 応用事例検討

コンピュータ・マネキンが実際どのように利用されるのかについて検討を行った。

具体的には、以下の項目にて、その利用目的と評価項目を検討した。(表14-1,14-2)

- ・ 疲れにくい快適な座席シートの開発
- ・ 土木機械の運転席、空間の操作特性の向上
- ・ 高齢者係数付きマネキン
- ・ 車椅子使用時の快適性
- ・ 労働環境に応じたエネルギー消費量、労働姿勢とカロリー量の算出
- ・ 手先、足先のコントロールのためのシミュレータ
- ・ アパレル向け自動布地裁断機の開発
- ・ 骨格モデルによる姿勢の表現

マネキンの評価

マネキンの利用目的と評価項目

マネキン利用の研究開発目標	評価項目	評価の方法 / 評価の内容	比較すべき人間特性データベース
疲れにくい快適な座席シートの開発	<ol style="list-style-type: none"> 1. 座幅、背もたれ高、座面高の決定 2. 姿勢変化に伴う座席のあり方 3. 調節機構 (座面高、背もたれ角度、座面角度、前後移動量) 4. 体圧分布 5. 胸部圧迫、背骨の指示点 6. 振動と乗り心地 	着座経過時間と疲れの関係測定。 姿勢形状の定量評価。 シートフィーリングの定量評価 (頭部もたれ点、中折れ点、 (第 10 胸椎圧迫、胸椎指示点(第 11~12 胸椎) 腰椎指示点(第 2~4 腰椎)の体重比率に対応した 圧迫感の測定 振動数と身体部位別の負担量計測。 振動数と伝達特性の分析。 人工知能マネキンによる感覚反応の評価。	経験則で得たデータとの比較 経験則に基づく既存データとの比較 c. f. : ISO 6682-1986 Earth moving machinery zone of comfort and reach for controls (土木機械における快適操作域) 人工知能のためのバックデータ
土木機械の運転席空間 の操縦特性の向上	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手足のリーチテスト 2. 座席移動量の決定 3. 視野特性 4. 運転席操作寸法の解析 5. Anthropometry(人体測定学)と マネキン寸法の比較 	5~95%タイル値マネキンと人体実測との比較 5~95%タイル被服マネキンの手足の動作域 の物理特性を配慮した操作機器の配置。 上記の試着品による人体検証。 コンパトメント内から見た 室外景色の表現 とマネキンが首を動かして見える範囲の確認。 SIF(Seat Index Point)とマネキン側の大転子の比較 座席の SRP を決定する。 人体計測値とマネキン寸法の比較。 動作に伴う人体の柔軟性とマネキンの動きとの 比較 (モーションキャプチャ出力データと人体 実測データとの比較)。	データベースは乗用車、車両等 広範囲に再利用。 膝や肘の屈伸特性の分析。 人間側の頭部、頸部、眼球の動き と視野範囲/バックデータが必要。 人間側の大腿部の圧迫感や疲労感 に関するバックデータとの比較。 関節間寸法の中心の決定とデータ ベース化。
高齢者係数付き マネキン	<ol style="list-style-type: none"> 1. 反応速度の確認 	標準マネキンの動作特性係数を高齢者に適用。 反応時間の適合性を検証する。	結果をデータベース化

表 14-2 マネキンの利用目的と評価項目

マネキン利用の研究開発目標	評価項目	評価の方法 / 評価の内容	比較すべき人間特性データベース
車椅子使用時の快適性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車椅子使用者の眼高点と視野確認 2. 容易なリーチ寸法と最大リーチ寸法、 3. マネキンデータと車椅子使用者の実測値の比較 確認(5~95%男女について) 4. 身体動作域、前屈、上体の自由度の確認、検証 5. 身体障害者程度の動作域の確認、検証 	マネキンの持つ 眼高点、視野データベース マネキンデータと実測値との比較 可能な限りのサンプルにて評価する	人の視覚特性 (頭部、眼球の動き 色彩認識限界、視作業と操作位置 範囲) と人体の実測値との比較。 結果をデータベース化。
輸送機に必要としたエネルギー消費量 労働姿勢とカロリー量の算出	<ol style="list-style-type: none"> 1. 様々な姿勢に対応した人体のエネルギー消費量 カロリー量の算出 2. 仕事量とエネルギー/カロリーの関係 	既存のデータを基にマネキン側の姿勢の種類と 労働の重さに変更したエネルギー、カロリー量を マネキンソフトに移植する。	参考既存データ(日本人、外人)を CAD 上に表現。 労働環境(温度)とエネルギー消費量の バックデータが必要。
手先、足先のコントロール のための シミュレータ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手足の自由度 (モン)をつかむ、握る、 キーをたたく等の動作をいかに スムーズに出来るか 2. 足先のアクセルペダルブレーキ等を踏み込む 作業に適するかの確認 	手操作に必要な手骨格の具備、 指の動きのアルゴリズムの実現。 足操作に適する足先ホースアップの検討	指の動きのアルゴリズムのデータアップ化 結果をデータベース化 cf.: ISO 2860-1973 Minimum access dimensions
アパレル向け自動布地裁断機の開発	<ol style="list-style-type: none"> 1. 裁断形状の身体表面寸法の算出 (5~95%男女及び、肥満体、瘦身体 など幅広い体格のマネキンの具備 	マネキン表面によって作成したアパレルを 着用して、人による感覚評価をおこなう。	
骨格モデルによる姿勢の表現	<ol style="list-style-type: none"> 1. 最小限の骨格数による自然な骨柱の 表現 2. 上腕と肩甲骨、鎖骨、第7頸椎 3. 前腕(尺骨、橈骨)の回転、捻じれ 手首、足首の自然な動きの確認 4. 頸骨ひ骨の動きの確認 5. 腰椎と股関節の自然な動きの確認 	身体曲げに伴うマネキンと人体実測値との 比較。 モーションキャプチャーのクロスアップによるデー タと人体動作測定値の比較解析。 大転子と大腿部の関節点の決定	屈伸曲線のアルゴリズムの解析 cf.: ISO 3411-1982 Earth moving machinery Human Physical Dimensions of Operator and Minimum Operator Space Envelop.

N62

第4章 ソフトウェア仕様

第3章で示したのは標準仕様であり、より詳細レベルについて、各CADシステムへの実装はそれぞれで行うものである。今年度の開発は、標準仕様の機能のAutoCADへの実装例として位置づけられる。

以下、その内容を記載するが、特に断らない限り、第3章で示した数式や数値を使っているものとする。

4.1 コンピュータ・マネキンソフトウェア仕様

4.1.1 システム概要

コンピュータ・マネキンのシステム概要を典型的な操作手順の流れにて示す。(図26)

- (1) 各種データ入出力: システムがマネキンのソースとなる各種データを読み込む部分である。ISOデータとはISO7250の計測項目に準拠したデータあるいはデータセットである。姿勢データとはマネキンの姿勢情報を含んだシステム固有のデータである。
- (2) 統計処理: 入力されたISOデータをソースとしてユーザが指定した属性(年齢、性別、地域など)をもとに適切な統計処理を施し、望ましい標準体型データを推定して生成する部分である。
- (3) マネキンの自動生成: 標準体型データをもとに、CAD上で操作できる関節のリンク機構をもったマネキンを自動生成する部分である。
- (4) マネキンの表示: 生成されたマネキンを表示しながら姿勢制御や各種属性計測を行う、システムのメインとなる部分である。
- (5) 各種データ出力: システムで操作したマネキンの各種データを書き出す部分である。ISOデータと姿勢データがセットで再編集可能なデータとなる。再編集できないデータには、形状データ(DXF, VRML)がある。
- (6) データ形式変換: システムの操作手順の流れとは別に、特別にHQL人体計測データからISO人体計測データへの変換部分がある。

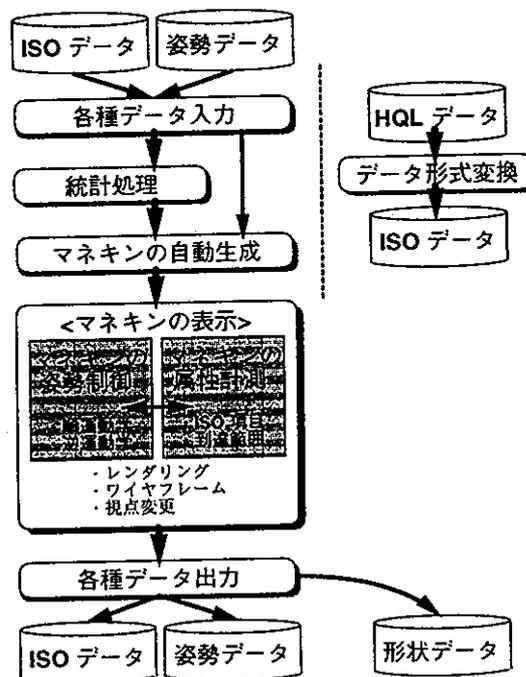


図26 システム概要

4.1.2 開発プラットフォーム

デザイン段階において、人間の寸法等を考慮しつつ、人間に適合した製品を作るのがコンピュータ・マネキンの基本コンセプトである。

これを考慮し、開発したシステムが本目的のため広く使われることを考慮して、現在、デザイン現場において最も普及している Autodesk 社 AutoCAD Mechanical Desktop 2.0 をプラットフォームとして採用した。

プラットフォーム概要を以下に示す。

- ・ 開発対象 OS : Windows NT4.0
- ・ 開発環境 : Visual C++4.2
- ・ Autodesk 社 AutoCAD Mechanical Desktop 2.0 へのプラグイン

4.1.3 実装方法

基本仕様では、ソフトウェア構造としてのオブジェクトモデルとすることを提案しているが、具体的に CAD システムに組み込む際には、実現すべき機能の多くを組み込み先の CAD の機能を用いることとなる。

今年度の対象である AutoCAD の機能と開発分との役割分担を以下に示す。

表 15 AutoCAD 機能と開発機能

	基本仕様対象	実装方法		
		AutoCAD機能	ARX	C++
実体オブジェクト				
構造(クラス)定義	○			○
属性定義	○			○
各部位の形状		○		
属性値設定				○
機能オブジェクト				
インターフェイスオブジェクト				
構造(クラス)定義	○			
専用メニュー表示			○	
体型パラメータ設定			○	
姿勢変更パラメータ設定			○	
マネキン3D表示		○		
レンダリング		○		
視野表示		○		
評価結果表示			○	
オブジェクト構造表示	○		○	
オブジェクト置換	○		○	
WWW対応	○	○		
制御オブジェクト				
構造(クラス)定義	○			○
ISO7250からの抽出	○			○
体型制御	○			○
姿勢制御	○			○
評価オブジェクト				
構造(クラス)定義	○			
関節負荷				
快適性				

4.1.4 実現機能

(1) データ形式変換機能

HQL の人体計測データを入力として ISO7250 の計測項目に準拠したデータ形式に変換する。

- ・ HQL の人体計測データファイルを 1 以上読み込む。
- ・ ISO7250 と互換性のある計測項目だけ抽出する。

(2) データ入力機能

1) ISO データの入力機能

ISO7250 の計測項目に準拠して計測されたデータを読み込む。

- ・ 1 以上の ISO7250 データファイルを読み込める。
- ・ システムが書き出したデータファイルを再び読み込める。

2) 姿勢データの入力機能

システムが書き出したマネキンの姿勢データを再読み込みする。

- ・ 1 つのデータファイルを読み込める。
- ・ デフォルトの姿勢のマネキンが 1 つ生成されているものとする。
- ・ 読み込まれた姿勢データをもとにマネキンはその姿勢を復元する。

(3) 統計処理機能

ISO7250 に準拠した計測項目をもつ複数のデータファイルから、統計的手法を使ってユーザが指定した標準体型を算出する。

1) 代表体型データ生成機能

入力されている ISO データから、ある特定の分布の標準的な体型を生成する。

- ・ 生成したい代表体型データの属性を、地域、年齢、性別の 4 つの属性から選択できる。
- ・ 統計処理の母集団として必要十分な量の ISO7250 データが与えられているものとする。

(4) マネキンの自動生成機能

マネキンモデルを生成して Autodesk Mechanical Desktop 2.0 に登録する。

1) 関節リンク機構の生成機能

人体の構造を近似する関節のリンク機構を生成する。

- ・ 16 の関節 (Joint) とそれらをつなぐリンクで構成する。
- ・ 各関節には、後に各部位 (Segment) を表わす形状が対応する。

2) 関節の位置決定機能

関節リンク機構の各関節のデフォルト位置を決定する。

- ・ 関節の位置は人体の特徴点データに基づいて算出される。

3) 各部位の形状生成機能

人体の構造を近似した 17 の部位 (Segment) の形状を Autodesk Mechanical Desktop 2.0 上の基本立体もしくはポリゴン集合として生成する。

① 望ましいマネキン部位の表現

今年度のマネキン部位の表現として望ましい四肢の基本モデルは、以下の図 27 のようになる。

このとき楕円の中心は、1 つの直線上に位置し、すべての楕円の長軸と短軸の方向一致するものとなっている。

② MDT2.0 の仕様

MDT2.0 の形状表現には、前提として以下に示す仕様上の制限がある。

- ・プリミティブ立体では、寸法を変更する機能がサポートされていない。
- ・すべての寸法変更可能なソリッド立体は断面形状を指定してから作成される。
- ・ポリゴン表現では、寸法を変更する機能がサポートされていない。
- ・ソリッドにおける自由曲面表現は、寸法を変更する機能がサポートされていない。

MDT2.0でサポートされているプリミティブ形状は、楕円錐台が含まれていないことと、寸法の変更ができないことから、マネキンの部位の表現として採用することはできない。したがって、断面形状を指定してソリッド立体を作成する方法を採用する。

断面形状を指定してソリッド立体を作成する方法には以下の3種類がある。

- ・垂直方向に角度を指定して押し出し
- ・角度を指定して回転・パスを指定してスイープ

それぞれの方法のイメージを図28に示す。

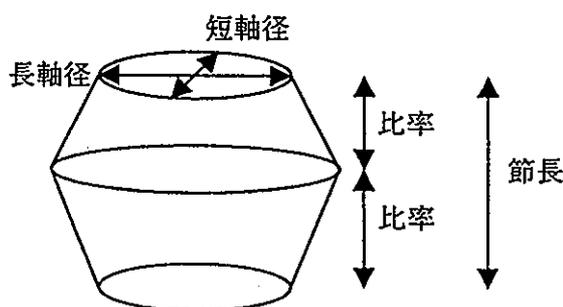


図27 望ましいマネキン部位の表現

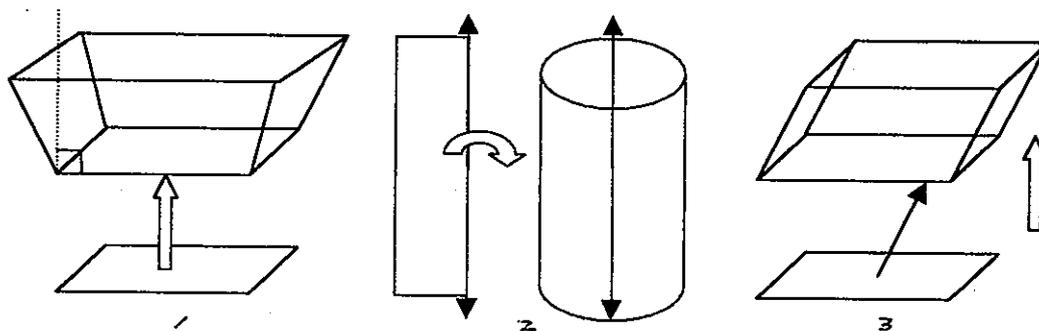


図28 断面形状からの押し出し、回転、スイープ

このうち、2の回転は、図27に示される長軸径・短軸径の表現ができないので採用できない。

3のスイープは、パスを指定する工程が複雑な上に、図27のようなモデルを表現する上で特にメリットは見当たらない。残された方法は1の押し出しだけであるが、これにも問題がないわけではない。次節以下では、まずこの問題点を明らかにした上で、マネキン部位形状の妥当な表現を提案する。

③押し出しの問題点

図27のような楕円錐台を表現するには、MDT2.0の押し出し機能を2回実行すれば可能なのではないかと予測できる。しかし、この機能には以下に示す制限がある。

- ・押し出し先の断面の寸法は、押し出す「角度」で指定しなければならない。この制限から、以下に示す問題が生じる。
- ・押し出した先の断面形状が楕円にならない（スプライン曲線に変換されてしまう）ため長軸径／短軸径による寸法指定ができなくなる。

したがって、「楕円」という断面形状を採用することはできない。この問題を直接解決する方法は、MDT2.0の仕様上存在しないと思われる。

④代替案

「楕円」に代わる断面形状として「矩形」を採用し、押し出された立体の各稜線に「丸め（フィレット）」をかけることで楕円錐台にもっとも近い形状を表現しようというものである。これにより、押し出し先の断面形状の短軸径・長軸径の指定した部位の表現が可能になる。断面形状の「矩形」と「丸め」処理をして生成されたモデルの断面形状を図29に示す。

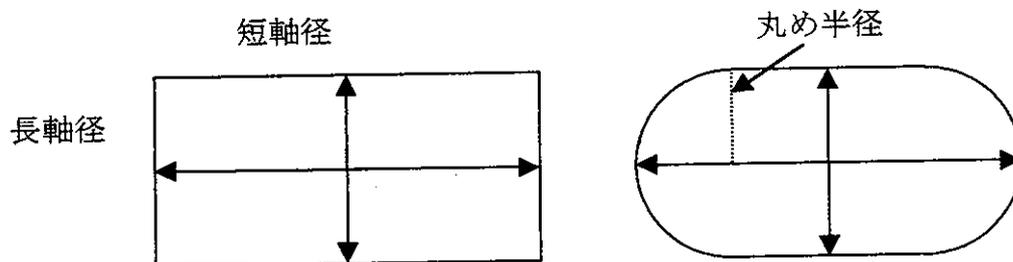


図29 「矩形」と「丸め」による断面形状

さらに、これを3次元で表現した様子を図30に示す。

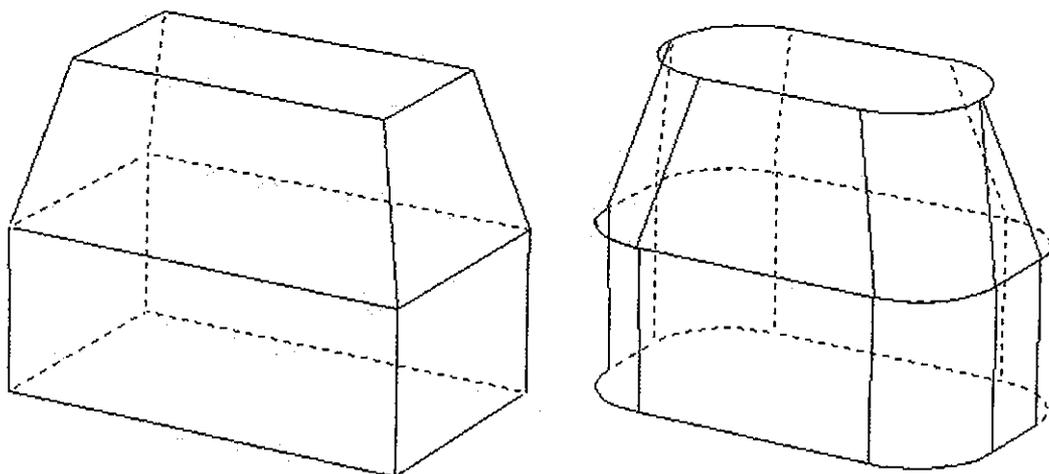


図30 丸め（フィレット）処理されたセグメント

⑤関節部分の表現

セグメントとセグメントの間をうめる関節部分の表現は、セグメントの表現とは別に考える必要がある。MDT2.0では、可能性として次のような表現方法があげられる。

- ・セグメントとセグメントの間に一時的にポリゴンを挿入する。
- ・セグメントとセグメントの間に球体を配置する。
- ・セグメントの上底、下底に丸みをもった形状をもたせる。

ポリゴンを挿入する方法では変形がきかないため、マネキンのポーズを変更するたびに形を更新する必要があり非効率である。またこの方法は計算コストも高い。

球体を配置する方法は簡便で、膝や肘の関節の表現には適しているが、胸部と腹部の間のつなぎめには不適切である。したがって、最後の方法を採用する。丸みをもった形状をもたせるには、やはり「丸め(フィレット)」処理を施す。この処理の結果生成された関節部分つきセグメントの3次元的な様子を図31に示す。

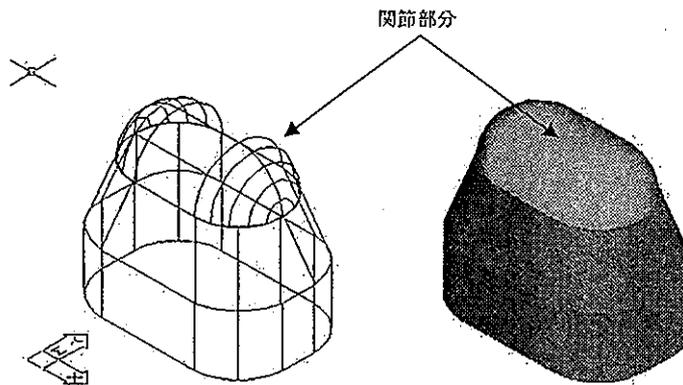


図31 関節部分を考慮したセグメント

これらの基本セグメントを組み合わせ、マネキンのセグメント全体をモデリングした例を図32に示す。これが、今年度のマネキンの形状表イメージ図となる。

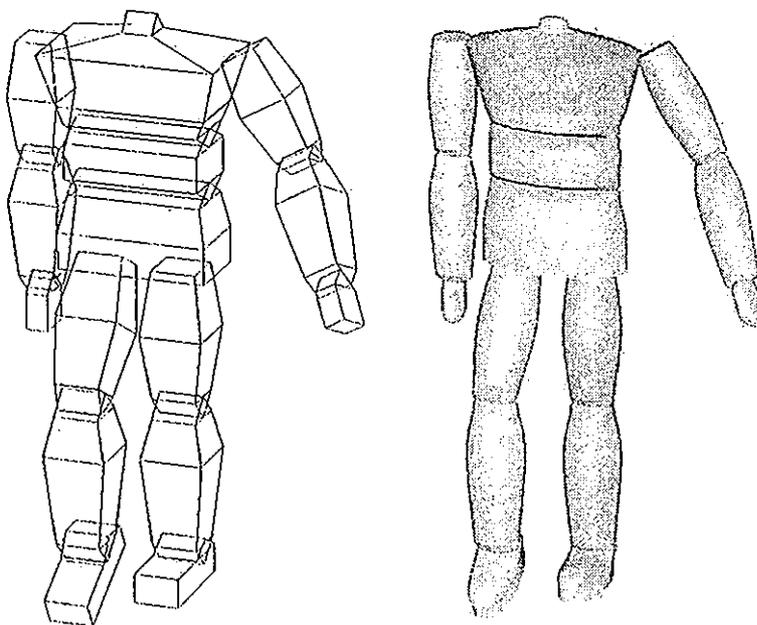


図32 マネキン形状イメージ

(5) マネキンの表示機能

生成したマネキンを Autodesk Mechanical Desktop 2.0 の画面上で表示する。

- ・ワイヤーフレーム表現による表示ができる。
- ・レンダリング表現による表示ができる。
- ・上記のどちらの表現でもマウスにより視点変更できる。

(6) マネキンの属性計測機能

マネキンの属性を計測して結果を表示する。

1) ISO 計測項目の表示機能

生成したマネキンの ISO7250 計測項目の計測値を Autodesk Mechanical Desktop 2.0 上で表示する機能である。

- ・表示したい計測項目をメニューから選択する。
- ・計測項目に該当する計測値を Autodesk Mechanical Desktop 2.0 の画面上で表示する。
- ・選択した計測項目によって表示方法は異なる。

2) 最大到達範囲計測機能

生成したマネキンの両腕について、その最大到達範囲を表示する。

- ・肘関節および手首の関節の回転を固定して腕を伸ばした状態を仮定し、肩関節の可動域から算出できる円錐状の最大到達範囲を計測する。
- ・得られた計測値をもとに、画面上に円錐を表示して最大到達範囲を確認できるようにする。

(7) マネキンの姿勢制御機能

生成されたマネキンモデルの姿勢を制御する。Forward Kinematics によってマネキンの姿勢を制御する。

- ・回転したい部位は、マウスにより選択する。
- ・選択した部位をマウスによるドラッグで回転する。
- ・数値入力による回転角度の指定ができる。
- ・回転をリンク機構の末端までの関節のパラメタに反映する。
- ・回転軸は 3 軸直交とする。
- ・各部位の接続部に生じる隙間を補完できるものとする。
- ・関節に指定した可動域を越える回転はできないものとする。
- ・マウスによるドラッグ中の表示は仮のものとする。(ソリッドモデルではない)
- ・形状への値の変更はマウスドラッグ終了後に反映される。
- ・変更された姿勢は初期状態に戻すことができる。
- ・Undo/Redo は今年度の実装はしない。

(8) 各種データ出力機能

システムで生成・加工された各種データをファイルに出力する。

1) ISO データ出力機能

システムで生成された ISO7250 の計測項目に準拠したデータを書き出す。

- ・1つの代表体型データをファイルに書き出すことができる。
- ・これらのデータは ISO7250 の計測項目に準拠しているものとする。
- ・書き出されたデータは、システムで再び読み込めるものとする。

2) 姿勢データ出力機能

システムで生成・変更されたマネキンの姿勢データを書き出す。

- ・現在のマネキンのリンク機構および姿勢データをファイルに書き出す。
- ・書き出された姿勢データは再び読み込めるものとする。

3) 形状データ出力機能

システムで生成・変更されたマネキンの形状データを書き出す。

- ・Autodesk Mechanical Desktop2.0 でサポートするすべての形式で書き出しができる。
- ・これらのデータの再読み込みによるマネキンの生成はできないものとする。

4.1.5 クラスダイアグラム

本節では、コンピュータ・マネキン開発システムのクラスダイアグラムについて述べる。このクラスダイアグラムは、クラス間の継承関係や抱合関係を表すもので、クラス間のインタラクションを示すものではない。

図33に概ねOMT法にしたがった、本仕様書のクラスダイアグラムの表記ルールを示す。

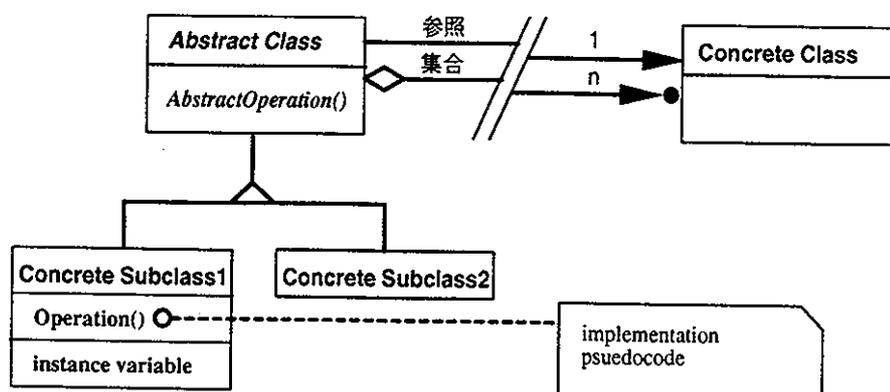


図33 クラスダイアグラムの表記ルール

図34にコンピュータ・マネキン開発システムの全体的なクラスダイアグラムの概略を示す。ここに示されるクラスやそのメソッドおよびインスタンスは、必ずしも完全なものではなく、クラス構造の概略を把握するためのものである。代表的なオブジェクトは、物理オブジェクト、機能オブジェクト、インターフェイス・オブジェクトである。図34ではそれぞれ、vhModel クラス、vhFunction クラス、vhCommand クラスがこれに相当する。次節より、クラスダイアグラムの基底クラスとなる、vhBase クラスから、代表的なクラスについて順次説明する。

(1) vhBase クラス

コンピュータ・マネキン開発システムの主要なクラスのベースとなるクラスである。vhBase は、あるオブジェクトが状態を変えたときに、それに依存するすべてのオブジェクトに自動的にそのことが知らされ、また、それらが更新されるように、オブジェクト間に一対多の依存関係を定義するメカニズムをもつ。たとえば、マネキンの手先の位置を示す変換行列に変更があった場合、手先の形状データの位置にもその変更が反映される。

(2) vhNode クラス

人の身体を全体としてみたとき、腕や脚はそれを構成する部分とみなすことができる。さらに、足や下腿部や大腿部および各関節は脚を構成する部分と考えられる。このような部分—全体階層を表

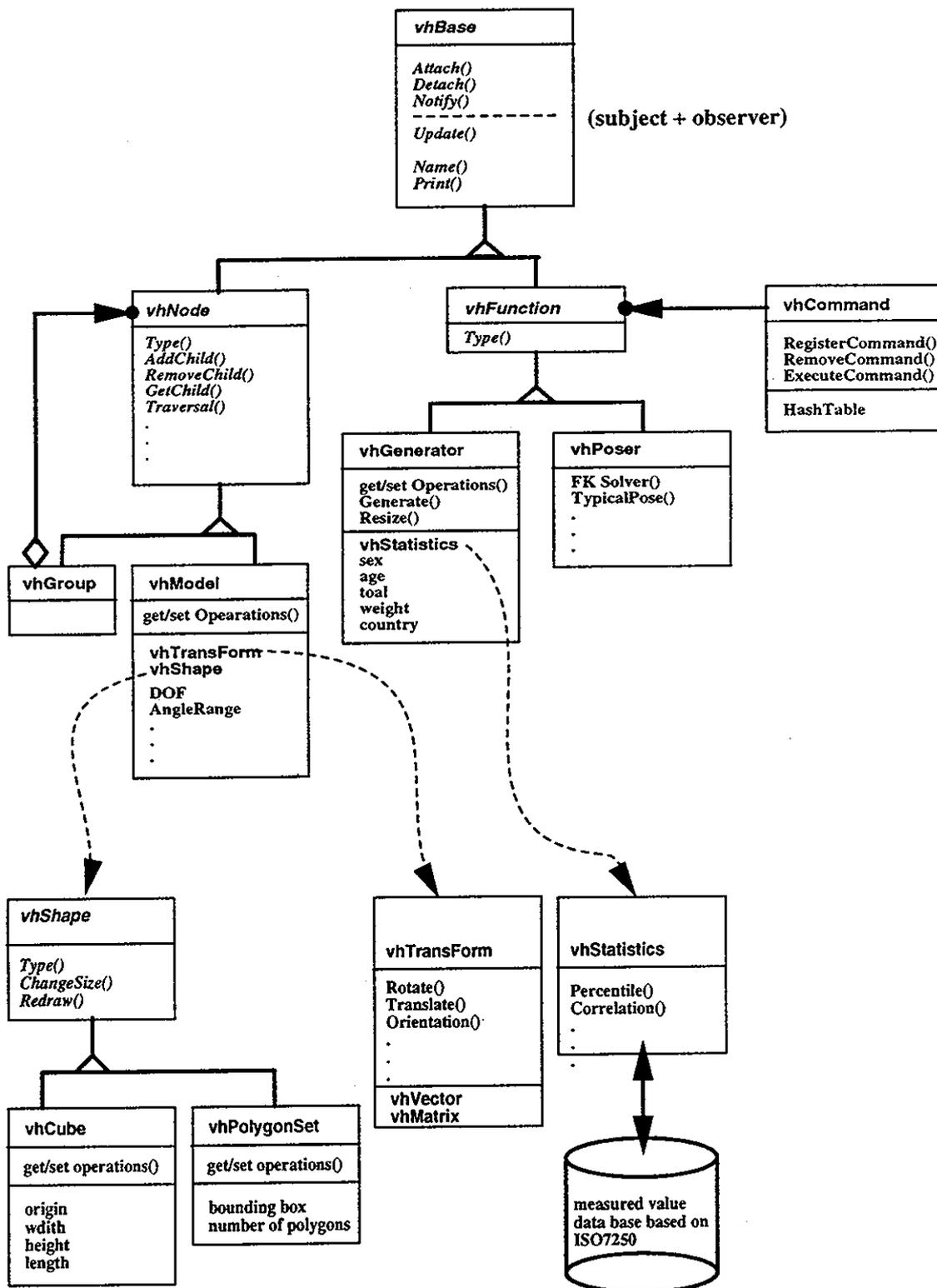


図 34 コンピュータ・マネキン開発システムのクラスダイアグラム概要

現するために、オブジェクトを木構造に組み立てる。vhNode クラスには vhGroup クラスと vhModel クラス に共通なインターフェイスのデフォルトの振る舞いを実装しておく。こうすることにより、部分-全体構造内のすべてのオブジェクトを一様に扱うことができる。このクラスでは、親や子にあたるオブジェクトにアクセスしたり、管理するためのインターフェイスを宣言し、必要があれば適宜実装する。

(3) vhGroup クラス

vhGroup クラスは、子オブジェクトをもつ vhNode (=vhGroup) の振る舞いを定義する。また、子にあたる vhNode を保持し、子オブジェクトに関するオペレーションを実装する。人の身体でいえば、腕や脚全体、あるいは身体全体に相当するクラスである。

(4) vhModel クラス

vhModel クラスは、人の身体の部分-全体構造の末端を表わすクラスである。つまり、このクラスは子をもたない。具体的には、上腕や大腿部といった部位に相当する。今年度は、各部位の位置や寸法や向き、および皮膚表面の形状などの基本的な属性をもつ。来年度以降は、これに骨や筋肉といったさらに複雑な属性を付加できるように設計される。vhFunction クラス vhFunction クラスのサブクラス(vhGenerator、vhPoser、etc.)は、人体寸法データを読み込んで、代表体型データを算出してマネキンを生成する機能や、マネキンの姿勢を制御する機能など、実際のマネキンを生成、操作、保存するための機能をもっている。vhFunction クラスのサブクラスに実装される機能の詳細は、本仕様書の後の部分で詳しく説明する。

(5) vhCommand クラス

vhCommand クラスは vhFunction クラスのサブクラスで実装される機能とユーザが操作する GUI とのインターフェイスとなるクラスである。vhFunction クラスのメソッドは、vhCommand クラスにコマンドとして登録される。vhCommand クラスは、登録されたコマンドのハッシュテーブルを保持しており、ユーザが入力したGUIを介して入力したコマンドとコマンド引数を解釈して、適切なコマンドを起動する。起動されたコマンドは内部的に vhFunction クラスのメソッドを呼び出す。このクラスにより、コンピュータ・マネキン開発システムを表示プラットフォームとなる各種CADシステムに依存しない独立した設計にすることができる。

4.1.6 コンピュータ・マネキン開発に使用した装置

研究開発においては、下記仕様を持つ装置上にて、形態モデル開発を実施した。

本装置は形態モデルのシミュレーション部と表示部から構成される。詳細な仕様を以下に示す。

形態シミュレーション用計算機

(1) 中央処理装置 A6200TW/SS (TEAC 製)

CPU : PentiumPro200MHz

メモリ : EDODRAM32MB

内部キャッシュメモリ : 256KB

ビデオコントローラー : MGAMillennium4MBWRAM

HDD : 2.1GB

(2) モニター CPD-17SF9 (SONY 製)

表示画像 : 312x234mm (幅/高さ)

解像度 : 水平最大 1280 ドット

垂直最大 1024 ライン

(3) 多機能ビデオ・スキャンコンバーター・ユニット XVGA-2 (MICOMSOFT 製)

色数 : R=G=B=8bit 1600 万色

通信部 : RS-232C

映像入力 : ビデオ端子、S 端子、アナログ RGB

映像出力 : ビデオ端子、S 端子、アナログ RGB

(4) 液晶プロジェクター XV-C1 (SHARP 製)

表示方式 : 液晶パネル 1 枚、3 原色光シャッター方式

画素数 : 181470 ドット

駆動方式 : TFT アクティブマトリックス駆動

入力端子 : ビデオ端子、S 端子

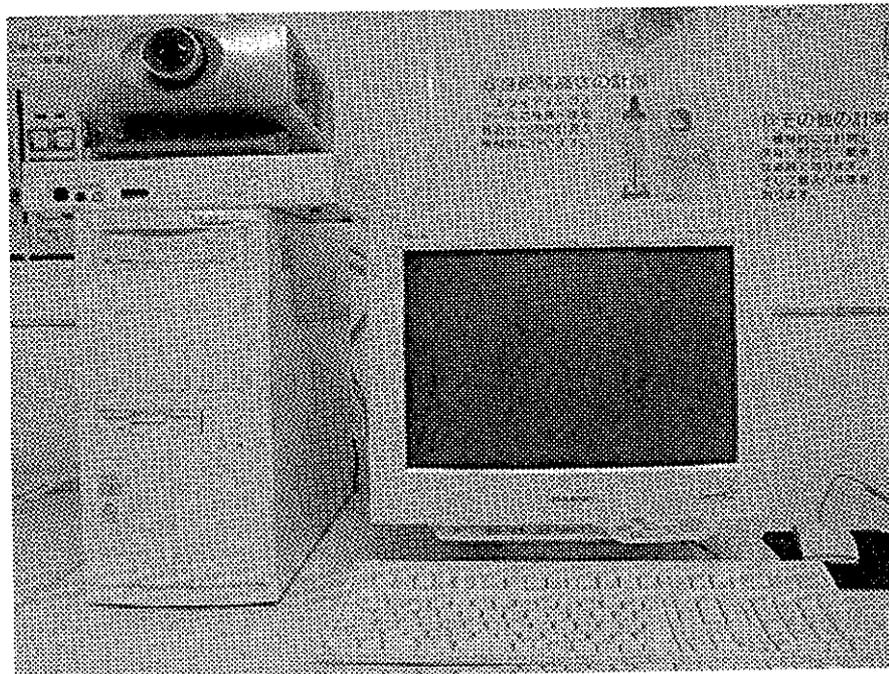


図 35 形態シミュレーション用計算機概要

4.2 標準骨格モデル仕様

日本人標準骨格モデル

日本人成人の標準的骨格外表面の巨視的形狀を、多面体（ポリゴン）を用いて近似したデジタル・データである。原則として1 mm以下の微細な形状は表現していない。

基本的に左右対称とした。

内腔、骨髓腔、海綿骨、微細な構造は表現しない。

骨盤（仙骨、寛骨）を除いて、男女共用とする。

脳頭蓋（前頭骨、頭頂骨、側頭骨、蝶形骨、後頭骨）と顔面頭蓋（頬骨、上顎骨、鼻骨、涙骨、篩骨等）を一体化したポリゴン・オブジェクトである。すなわち頭蓋を構成する各骨を区別せず、縫合線も表現していない。頭蓋腔、鼻腔、上顎洞、前頭洞、篩骨洞、蝶形骨洞などの内腔は省略した。大後頭孔、梨状口、上眼窩裂、視神経管、後鼻孔、外耳孔、頸静脈孔、破裂孔は、その開口部付近の形状を近似し、以奥は偽壁で閉ざした。その他の孔、管等は、省略するか、その位置が認識できる程度の表現とした。

オブジェクト名一覧

() 内は個数：事実上 (2) は左右1対を示す。

001. 頭蓋骨 (1)

002. 下顎骨 (1)

003. 舌骨 (1)

■ 歯牙

004. 上顎中切歯 (2)

005. 上顎側切歯 (2)

006. 上顎犬歯 (2)

007. 上顎第1小白歯 (2)

008. 上顎第2小白歯 (2)

009. 上顎第1大白歯 (2)

010. 上顎第2大白歯 (2)

011. 下顎中切歯 (2)

012. 下顎側切歯 (2)

013. 下顎犬歯 (2)

014. 下顎第1小白歯 (2)

015. 下顎第2小白歯 (2)

016. 下顎第1大白歯 (2)

017. 下顎第2大白歯 (2)

■ 頸椎

018. 第1頸椎（環椎）

- 019. 第2頸椎 (軸椎)
- 020. 第3頸椎
- 021. 第4頸椎
- 022. 第5頸椎
- 023. 第6頸椎
- 024. 第7頸椎

■胸椎

- 025. 第1胸椎
- 026. 第2胸椎
- 027. 第3胸椎
- 028. 第4胸椎
- 029. 第5胸椎
- 030. 第6胸椎
- 031. 第7胸椎
- 032. 第8胸椎
- 033. 第9胸椎
- 034. 第10胸椎
- 035. 第11胸椎
- 036. 第12胸椎

■腰椎

- 037. 第1腰椎
- 038. 第2腰椎
- 039. 第3腰椎
- 040. 第4腰椎
- 041. 第5腰椎

■骨盤

- 042. 女性仙骨
- 043. 女性寛骨 (恥骨、腸骨、坐骨を1オブジェクトとして表現する)
- 044. 男性仙骨
- 045. 男性寛骨 (恥骨、腸骨、坐骨を1オブジェクトとして表現する)

■尾椎

- 047. 第1尾椎 (1)
- 048. 第2 - 5尾椎 (1) : 第2尾椎から第5尾椎を一体とする。

■肋骨

- 049. 第1肋骨 (2)

- 050. 第2肋骨 (2)
- 051. 第3肋骨 (2)
- 052. 第4肋骨 (2)
- 053. 第5肋骨 (2)
- 054. 第6肋骨 (2)
- 055. 第7肋骨 (2)
- 056. 第8肋骨 (2)
- 057. 第9肋骨 (2)
- 058. 第10肋骨 (2)
- 059. 第11肋骨 (2)
- 060. 第12肋骨 (2)

061. 胸骨柄 (1)

062. 胸骨体 (1): 剣状突起を含む

■上肢

- 063. 鎖骨 (2)
- 064. 肩甲骨 (2)
- 065. 上腕骨 (2)
- 066. 尺骨 (2)
- 067. 橈骨 (2)

- 068. (手の)舟状骨 (2)
- 069. 月状骨 (2)
- 070. 三角骨 (2)
- 071. 豆状骨 (2)
- 072. 大菱形骨 (2)
- 073. 小菱形骨 (2)
- 074. 有頭骨 (2)
- 075. 有鈎骨 (2)

- 076. 第1中手骨内側種子骨 (2)
- 077. 第1中手骨外側種子骨 (2)
- 078. 第1中手骨 (2)
- 079. 第2中手骨 (2)
- 080. 第3中手骨 (2)
- 081. 第4中手骨 (2)
- 082. 第5中手骨 (2)

- 083. 手の第1基節骨 (2)

- 084. 手の第2基節骨 (2)
- 085. 手の第3基節骨 (2)
- 086. 手の第4基節骨 (2)
- 087. 手の第5基節骨 (2)

- 088. 手の第2中節骨 (2)
- 089. 手の第3中節骨 (2)
- 090. 手の第4中節骨 (2)
- 091. 手の第5中節骨 (2)

- 092. 第1末節骨 (2)
- 093. 第2末節骨 (2)
- 094. 第3末節骨 (2)
- 095. 第4末節骨 (2)
- 096. 第5末節骨 (2)

■下肢

- 097. 大腿骨 (2)
- 098. 膝蓋骨 (2)
- 099. 脛骨 (2)
- 100. 腓骨 (2)

- 101. 距骨 (2)
- 102. 踵骨 (2)
- 103. (足の) 舟状骨 (2)
- 104. 立方骨 (2)
- 105. 内側楔状骨 (2)
- 106. 中間楔状骨 (2)
- 107. 外側楔状骨 (2)

- 108. 第1中足骨 (内側) 種子骨 (2)
- 109. 第1中足骨 (外側) 種子骨 (2)

- 110. 第1中足骨 (2)
- 111. 第2中足骨 (2)
- 112. 第3中足骨 (2)
- 113. 第4中足骨 (2)
- 114. 第5中足骨 (2)

- 115. 足の第1基節骨 (2)

- 116. 足の第2基節骨 (2)
- 117. 足の第3基節骨 (2)
- 118. 足の第4基節骨 (2)
- 119. 足の第5基節骨 (2)

- 120. 足の第2中節骨 (2)
- 121. 足の第3中節骨 (2)
- 122. 足の第4中節骨 (2)
- 123. 足の第5中節骨 (2)

- 124. 足の第1末節骨 (2)
- 125. 足の第2末節骨 (2)
- 126. 足の第3末節骨 (2)
- 127. 足の第4末節骨 (2)
- 128. 足の第5末節骨 (2)

第5章 国際標準規格化

本研究開発を通じて作成した国際標準規格案をISO/TC159/SC3へ提案、CENとの定期協議の場において主張した。本章においては、この国際標準規格化の活動経緯について報告する。

5.1 ISO/TC159/SC3の活動内容

5.1.1 活動経緯

1975年：ISO/TC159（人間工学）は、IEA（国際人間工学会）の提唱で、ISOの159番目の専門委員会として組織。

1990年：日本において、日本人間工学会内に標準化委員会が設置。

1996年：日本人間工学会国内対策委員会が組織。

1993年：TC159第9回総会が日本がホスト国を務め東京で開催。

1994年：TC159/SC3（人体計測と生体力学）の活動に関して、日本が幹事国業務（議長：名古屋市立大学医学部井谷教授、事務局：（社）人間生活工学研究センター）を引き受け。第9回SC3総会が大阪で開催。

1995年：第10回SC3総会がドイツのベルリンで開催。

1997年：第11回SC3総会がフィンランドのタンペレで開催。

5.1.2 ISO/TC159組織図

ISO（ジュネーブ）

TC 159：Ergonomics（人間工学）

（幹事国：ドイツ、DIN 構成：Pメンバー23か国、Oメンバー21か国）

SC 1：Ergonomic guiding principles（人間工学の指導原理）

（幹事国：ドイツ、DIN）

SC 3：Anthropometry and Biomechanics（人体測定と生体力学）

（幹事国：日本、JISC(HQL)、構成：Pメンバー16か国、Oメンバー11か国）

WG 1：Anthropometry（基本人体測定項目）

WG 2：Evaluation of working postures（作業姿勢の評価）

WG 4：Human physical strength; manual handling and force limits

（筋力：手作業と力の許容限度）

SC 4：Ergonomics of human-system interaction

（幹事国：英国、BSI）（人間とシステムのインタラクション）

SC 5：Ergonomics of the physical environment（物理的環境の人間工学）

（幹事国：英国、BS1）

5.1.3 SC3の活動内容

WG 1（人体計測）

・ISO 7250（技術的設計のための基本人体測定項目）を、1996年に正式にISO規格として制定。

WG 2（作業姿勢）

・CD 11226（作業姿勢の評価）の作成作業中。

WG 4（作業負担）

・CD11228-1（手作業；第1部；持ち上げと運搬）、CD 11228-2（同第2部；押し、引き、保持）

・CD11228-3（同第3部；高頻度軽負荷の取扱い）の作成作業中。

さらに、以下7件の業務項目について中央事務局への登録を完了し、タンペレ総会においてCEN（欧州標準化委員会）と作業分担について合意を得た。

NP 12892（手の到達範囲）

- NP 14738(機械作業設計のための姿勢と寸法)
- NP 15532(安全距離のための人体計測の原理とデータ)
- NP 15534(機械設計のための接近可能寸法)
- NP 15535(人体計測データベース)
- NP 15536(コンピュータ・マネキンとボディテンプレート)
- NP 15537(工業製品およびデザインにおける人体計測学的側面の試験のための被験者選定方法)

5.2 コンピュータ・マネキン国際標準規格化の活動経緯

5.2.1 CEN との調整経緯

従来より、ISOではTC159/SC3において、コンピュータ・マネキンの規格化への取り組みを推進している。しかし、本テーマについては、CEN/TC122/WG1においても数年前より取り組みがなされてきた経緯があり、早急にCENとの調整を行う必要が生じていた。

1997年6月、ISOよりTC159/SC3の井谷議長、鈴木事務局長が訪欧し、下記SC3総会に先立ってCEN/TC122/WG1のユルゲンス議長、ブツ事務局長とコンピュータ・マネキンに関する調整、およびCENの動向調査を行った。本結果を以下に示す。

(1) CEN とのミーティング (1997年6月23日ヘルシンキ (フィンランド))

ミーティング結果として、コンピュータ・マネキンの規格化はCENが先行的に着手してきた経緯より、取りまとめはCENが行うことになった。しかし、CENは規格案作成が非常に難航していることより、ISOに規格案作成に是非協力して欲しいとの要望があり、最終的に「ISOからLiaison representativeをCENへ送り、今後共同して討議を行っていく」との合意を得た。

(2) SC3 総会 (1997年6月25日、26日タンペレ (フィンランド))

SC3総会において、日本におけるコンピュータ・マネキンに関する規格原案作りや技術開発の取り組みを説明し、国際規格化へ向けての協力の用意があることを言明した。(1)の方針は総会で承認され、またユルゲンス議長から、今後、両機関で協力してglobalかつcomprehensiveに作業を進め、規格化へ向けてcomplete integrationを図って欲しいとの要望があった。

(3) 規格会議

9月22日に、イギリスのラフボロー大学において、3人のエキスパート(注1)が会合を行い、コンピュータ・マネキンのコンセプトおよび規格化へ向けての方針を討議する予定である。この場においてISO側の規格コンセプト等を提案することを約束した。

(注1) Mr.Launis mlau@occuphealth.fi

Prof.jones p.r.m.jones@lboro.ac.uk

Prof.Oerten Orten@ip.chalmers.se

5.2.2 国際標準規格化活動推進のための体制

ISOより先制的に規格案をCENへ提案するためには、究めて迅速な対応が要求される。図36に規格案提案のための組織体制を示すが、CENへ提案するためには、本研究開発にて検討した規格原案を日本の審議団体であるISO/TC159/SC3国内分科会へ提案、審議を受けたものがISO/TC159/SC3国際事務局へ提出され、最終的にリエゾンエキスパートを通じてCENへ提案されることになる。本研究開発においては、規格化を効率的に実施するため、委員会内にISOワーキンググループを設け、ISO/TC159/SC3の井谷議長、リエゾンエキスパートの筑波大足立氏、日本人間工学会の谷井教授や各規格委員、また工技院標準部および日本規格協会からのオブザーバー委員に参画して頂き、規格化を推進した。

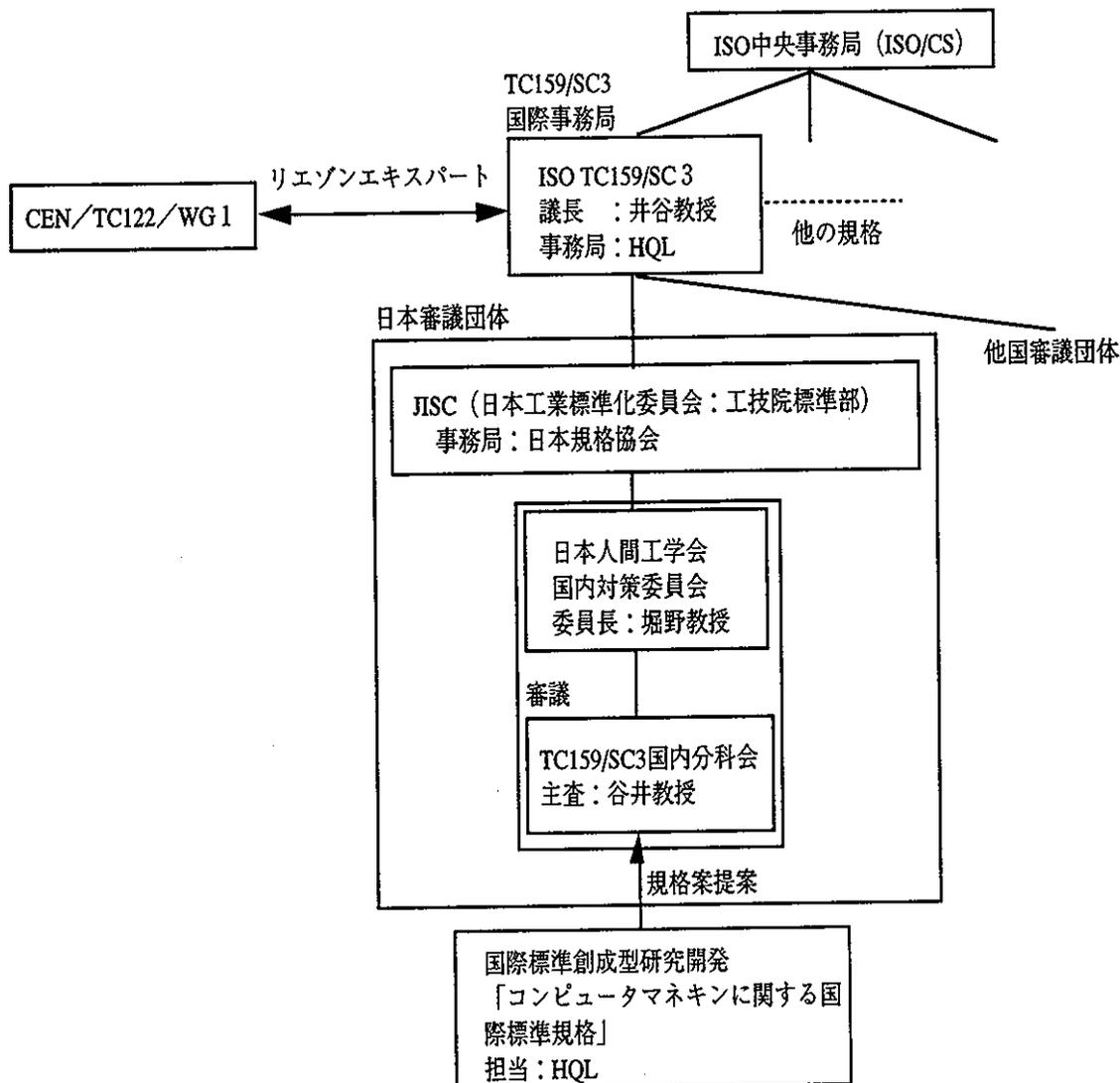


図 36 国際標準規格化体制

5.2.3 国際標準規格化活動内容

本活動は、コンピュータ・マネキン国際標準規格化委員会（ISO ワーキンググループ）および CEN 会議とリンクして推進した。

ISO ワーキンググループ

リーダー 谷井克則 武蔵工業大学経営工学科教授（ISO/TC159/SC3 国内分科会主査）

（以下、五十音順）

メンバー 足立和隆 筑波大学体育科学系講師（ISO/TC159/SC3 リエゾンエキスパート）

井谷 徹 名古屋市立大学医学部衛生学教室教授（ISO/TC159/SC3 議長）

河内まき子 工技院生命研形態機能研究室長（ISO/TC159/SC3 国内分科会委員）

持丸正明 工技院生命研形態機能研究室（ISO/TC159/SC3 国内分科会委員）

(1) コンピュータ・マネキン国際標準委員会（第 1 回 ISO ワーキンググループ会議）

日時 : 平成 9 年 9 月 4 日（木） 15:00 ~ 17:00

場所 : 虎ノ門アルシュ B3F 会議室
東京都港区虎ノ門 1-1-21

討議内容：ISO が主張すべき基本概念、適用範囲、機能概要の検討

基本概念 人間適合性評価技術の1つであることを主張する。

ISO7250 を拡張した規格であることを主張する。

適用範囲 オフィスや家庭環境などを含めた幅広い範囲を主張する。

機能概要 規格化すべき機能範囲を検討した。

本討議結果を「コンピュータ・マネキンの国際標準規格化および日本におけるコンピュータ・マネキン開発の状況 (CEN/TC122/WG1 会議用資料)」と題したレポート (付録第 1.3 章参照) にまとめた。

(2) 第 23 回 CEN/TC122/WG1 会議 (ラフボロー大学、第 1 回海外調査)

日時 :平成 9 年 9 月 22 ~ 24 日

場所 :連合王国、ラフボロー、ラフボロー大学人間科学部

参加者 :足立和隆氏 (筑波大学講師) 鈴木一重氏 (HQL、TC159/SC3 国際事務局長)

討議内容:コンピュータ・マネキン規格案検討 (付録第 1.1 章参照)

日本人間工学会国内対策委員会からの推薦者として足立氏が参加し、前記レポートに基づき ISO の基本概念、適用分野を報告した。本会議結果を以下に示す。

・ISO よりレポートを提出したことが CEN より高く評価された。

・規格原案を規格第 1 部 (一般要求事項) と規格第 2 部 (構造と寸法) に分けて、規格化を推進することが決まった。

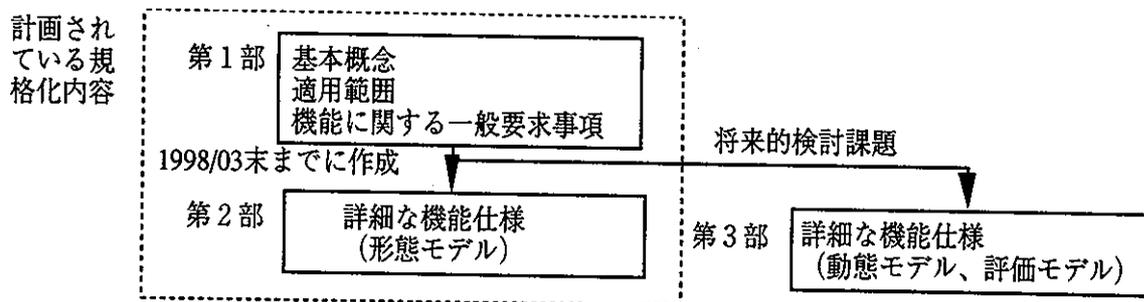


図 37 規格化内容

第 1 部：コンピュータ・マネキンとはどのようなもので、どのような機能が求められるのか等のコンセプトを規格化する。

第 2 部：形態モデルの詳細な機能仕様について規格化する。

また、将来的には動態モデル、評価モデルの機能詳細について規程する第 3 部を規格化することも検討されている。

・規格第 1 部については 1998 年 2 月末までに、原案を完成させ、1998 年 3 月の Salzburg での会議の際に検討を行うことが決まった。

(3) コンピュータ・マネキン国際標準委員会 (第 2 回 ISO ワーキンググループ会議)

日時 :平成 9 年 10 月 8 日 (水) 10:00 ~ 12:00

場所 :虎ノ門アルシュ 7F 会議室

東京都港区虎ノ門 1-1-21

討議内容: CEN/TC122/WG1 会議報告を受けての ISO 規格化の対策討議

CEN 会議に参加された筑波大学足立氏より会議報告があった。

対策として、CEN 内は依然として各委員の思惑が交錯し、規格案がまとまらない状況であるため、1998 年 12 月末を目標として ISO 規格日本原案を作成し、先制的に CEN へ提出することになった。

(4) コンピュータ・マネキン国際標準委員会 (ISO、開発ワーキンググループ会議)

日時 :平成 9 年 12 月 15 日 (月) 14:00 ~ 16:00

場所 : 虎ノ門アルシュ7F会議室

東京都港区虎ノ門1-1-21

討議内容: ISO規格日本原案検討

ISO規格日本原案に関し討議を行い、下記特徴を持つISO規格日本原案第1部(付録第3章参照)を作成した。

- ・ISO7250を応用拡張した規格であることを主張した。
- ・コンピュータ・マネキンが人間適合性技術の1つであることを主張した。
- ・家庭環境、オフィス等の広い適用範囲を主張した。
- ・コンピュータ・マネキンの満たすべき機能概要について規格提案した。

なお、本原案を1月22日に開催されたTC159/SC3国内分科会に提出した。

(5) 第24回CEN/TC122/WG1会議(ザルツブルグ、第2回海外調査)

日時 : 平成10年3月23~24日

場所 : オーストリアザルツブルグ

参加者 : 足立和隆氏(筑波大学講師、ISO/TC159/SC3リエゾンエキスパート)

鈴木一重氏(HQL、ISO/TC159/SC3国際事務局長)

討議内容: コンピュータ・マネキン規格案検討(付録第1.2章参照)

本研究開発を通じて作成した国際標準規格案をリエゾンエキスパートを通じて主張した。

本会議結果を以下に示す。

(会議結果)

本研究開発を通じて作成した提案が非常に歓迎された。

提案に対するコメントとして内容に問題は無く、

- 1) 欧州側の対象がユーザなのに対し、日本側の提案では規格対象をメーカーとしているのでそのあたりの調整が必要。
- 2) 日本側の内容はむしろPART 2(各論)に沿った内容なので、ISOとCENで今後の作業を分けてはどうか。
- 3) ISOとCEN規格とするには、当然ながら若干の形式あわせが必要。

今後について次回9月迄に次の共同作業をすることとなった。

- 1) CENと日本で手分けをすることで合意、CENがPART 1の総論、日本がPART 2(各論)を担当する。
- 2) 総論に関しては、日本側の意見を加味する。→ '99年3月迄。
- 3) 総論に対する意見(今回CENから配付)は4月末締切。
各論に対する意見(今回ISOから提案したもの)は8月末締切。
- 4) 対象は「形態」に限定、「動き」は技術的に未完成のため除くことで合意。

■会議で、日本、イギリス、スウェーデン、フィンランド、オランダ、スペイン、イタリア、フランス、ドイツ、オーストリアの専門家が作業部会を形成することとなった。

■CEN「機械安全」は、ISOとしては対象が限定されていると考えられ、足立リエゾン・エキスパートから「at machinery」を外すよう提案し、その線で合意した。これはISOとしては対CENのこれまでの経緯からすれば実質的成果である。

最後に、「ISO本部で登録されているコンピュータ・マネキンのWIの範囲と今回の提案が同じか」との質問がButz氏からあり、事務局がチェックすることとした。

次回の会議は、98年9月末ニース、次次回は、99年4月初旬にイタリアでそれぞれ開催する予

定。こちらは資金切れになり、どうフォローするかを考える必要がある。

5.2.4 今後の国際標準規格化活動スケジュール

図 38 に今後の国際標準規格化の活動スケジュールを示す。

- (1) コンピュータ・マネキン規格第 1 部（一般要求事項）に関して、CEN との定期会議の場において、ISO P メンバー国の意見を統合した ISO 提案を主張し、我が国利益の反映した最終的な国際標準規格の制定を目指す。（～ 1999/03）
- (2) コンピュータ・マネキン規格第 2 部（構造と寸法）の国際規格原案を作成し ISO 提案を行う。（～ 1999/03）

第6章 おわりに

6.1 本年度成果

6.1.1 コンピュータ・マネキン開発

国際標準規格化を指向したコンピュータ・マネキンの基本コンセプトを検討し、下記特徴を持つコンピュータ・マネキン（第1世代）の開発を終了した。

(1) 形態モデル

- ・ISO7250に規定された人体寸法計測項目に基づく再現機能
- ・年齢、身長等のパラメータによる自動生成機能

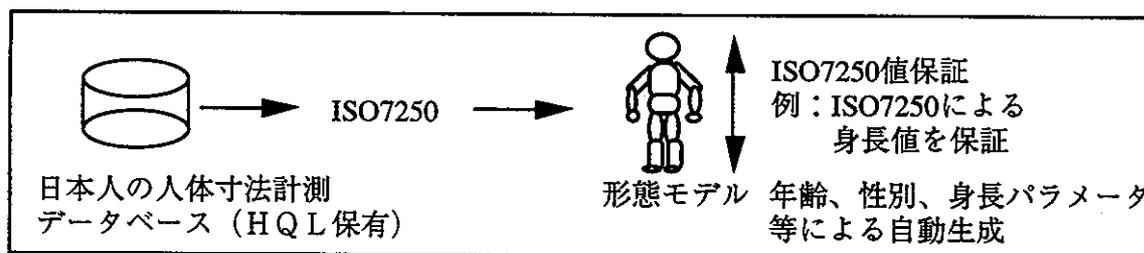


図 39 形態モデル

(2) 動態モデル

- ・関節可動域データに基づく姿勢・動作変化機能

(3) 評価モデル

- ・製品と人間の幾何学的な適合性評価を可能とする評価機能

(4) コンピュータ機能

- ・Autodesk Mechanical Desktop2.0をプラットフォームとして採用
- ・各種産業界の分野別オプションを搭載可能とするオブジェクト指向型プラットフォーム

6.1.2 国際標準規格化

研究開発を通じて検討したコンピュータ・マネキンの基本概念、一般要求事項、満たすべき機能概要を国際標準規格（第1部）原案としてまとめ、TC/159/SC3国内分科会（1998年1月22日）へ提出した。さらに、本案に基づきISO Pメンバー国の意見を統合したISO規格原案を、第24回CEN/TC122/WG1会議（ザルツブルグ、1998年3月23～24日）にてリエゾンエキスパートを通じて主張、下記概念の国際標準規格への反映を図った。

- (1) 民族等の体型の異なりに配慮するため、本規格はISO7250を応用拡張することを主張
- (2) コンピュータ・マネキンは人間適合性技術の1つであることを主張
- (3) 家庭環境、オフィス等の広い適用範囲を主張（CENは機械の安全性のみ）

6.2 まとめ

最終的に制定される国際標準規格にも依存するが、本研究開発を通じて開発したコンピュータ・マネキンは世界初のISO国際標準に準拠したコンピュータ・マネキンとなりうる可能性は高い。

また、本研究開発を通じて作成した国際標準規格案が規格制定に反映されれば、我が国の得意とする幅広い民生機器の将来的な市場／利益確保、国際競争力向上に貢献でき、本プロジェクトの使命を果たしたと言える。

今後、最終的な規格第1部制定までのフォロー、規格第2部の作成、また、第2世代コンピュータ・マネキンの開発を継続して実施していく予定である。

参考文献

- 1) 社団法人人間生活工学研究センター コンピュータ・マネキン研究委員会：コンピュータ・マネキンに関する調査研究報告書、平成9年3月
- 2) 社団法人人間生活工学研究センター：日本人の人体計測データ Japanese body size data 1992-1994 平成9年10月
- 3) 河内まき子ほか：設計のための人体寸法データ集、生命工学工業技術研究所研究報告書、Vol.2 No.1、1994
- 4) SUZUKI,H.and K.ADACHI:Apparatus for taking radiograph of the whole human body with the projected line of gravity.Journal of Anthropological Society of Nippon,96(3):379-387,1988
- 5) 伊藤宏司、伊藤正美：生体とロボットにおける運動制御、社団法人計測自動制御学会、平成3年6月
- 6) 中村隆一、斎藤宏：基礎運動学（第4版）、医歯薬出版、1995年11月
- 7) 米本恭三、石神重信、近藤徹：関節可動域表示ならびに測定法、リハビリテーション医学 VOL 32, No.4、P207-217、1995年4月

付 録

第1章 海外調査報告

- 1.1 第1回海外調査報告
- 1.2 第2回海外調査報告
- 1.3 関連資料

第2章 コンピュータ・マネキン開発

- 2.1 プログラム詳細スペック
- 2.2 プログラム操作説明
- 2.3 HQL日本人人体計測データベース

第3章 提案した国際標準規格案

- 3.1 ISO 国際標準規格案 (和文)
- 3.2 ISO 国際標準規格案 (英文)

第1章 海外調査報告

1.1 第1回海外調査報告

ISO (国際標準化機構) TC159/SC3/WG1では、コンピュータマネキンに関する規格を作成中である(事務局:HQL)。ISOとCEN (ヨーロッパ規格委員会) 間にはウィーン同意書が交わされている。この同意書の内容は、ISOでは未制定の規格がCENですでに制定されているか、あるいはCENの規格作りが先行している場合、CENの規格をそのままISOの規格として採用するというものである。コンピュータマネキンの規格作りに関しては、当初アメリカ合衆国が事務局であったが、積極的な活動が長期間行われず、具体的な規格作りは始動していなかった。そこで、日本のHQLが事務局を引き継ぐこととなった。しかし、HQLが事務局を引き継いだ時点で、すでにヨーロッパではコンピュータマネキンの規格作り着手してしまっていたため、日本が中心となってこの規格作りを行う道は閉ざされてしまった。そこで、ヨーロッパ以外の日本を含めたISO加盟国の意見をCENで作成中の規格に反映してもらうため、CENにおいてコンピュータマネキンの規格作りを担当しているTC122/WG1の会議へ参加する必要性が生じた。この会議への出席によって、CENがどのような規格を作ろうとしているかという動向を探ることもできる。事前の調査では、CENにおいてコンピュータマネキンの規格作り着手したとはいえ、進行は遅々としているようであった。

今回の欧州出張では、英国のラフボロー大学で開催されたCEN/TC122/WG1の第23回定例会議への参加をまず第一の目的とし、さらにWG1の議長であるドイツ連邦共和国のキール大学のユルゲンス教授のもとで実質的にコンピュータマネキンの規格作りに関与しているヘルビツヒ博士との打ち合わせ、そしてWG1の事務局であるドイツ連邦共和国のDIN (ドイツ規格協会) のブツツ氏との個人的な打ち合わせおよびCENと密接な関係にあるDINの機構の概要を知ることを目的とした。

さらに、コンピュータ・マネキンの開発における今後の課題として、高齢者特性データベースを如何に搭載するかという大きな問題が存在している。本問題に関して、Eindhoven (アイントフォーヘン) 大学およびEU本部を訪問し、欧州における高齢者研究およびデータベース構築現状について、その動向を調査した。

日程A 調査者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

平成9年9月21日(日)～9月28日(日)、8日間

成田空港発、ロンドン経由、ラフボロー着	21日
第23回CEN/TC122/WG1定例会議への出席	22日、23日
ラフボロー大学見学	24日(午前中)
移動日(ラフボロー発、ロンドン経由、ハンブルク着)	24日(午後)
キール大学訪問	25日
移動(ハンブルク発、ベルリン着)およびDIN訪問	26日
ベルリン発、ロンドン経由、成田空港着	27日、28日

日程B 調査者 (社)人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

平成9年9月17日(日)～9月28日(日)、12日間

関西空港発、アムステルダム経由、アイントフォーヘン着	17日
アイントフォーヘン大学訪問	18日
第23回CEN/TC122/WG1定例会議への出席	22日、23日

ラフボロー大学見学	24日（午前中）
EU本部訪問	25日
DIN訪問	26日
ベルリン発、アムステルダム経由、関西空港着	27日、28日

各訪問先における詳細は以下の通りである。

1.1.1 ラフボロー大学における第23回 CEN/TC122/WG1 定例会議への出席

日程

平成9年9月22日 10:00～17:00

23日 10:00～17:00

場所

連合王国、ラフボロー、ラフボロー大学人間科学部

世話人

Prof. Peter Jones（ピーター・ジョーンズ教授）

参加者

筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

（社）人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

添付資料

資料1：第23回 CEN/TC122/WG1 定例会議開催案内、議題リスト（1.3.1項）

資料2：Project Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery（邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法）（1.3.2項）

資料3：CEN/TC122/WG1（9月22日～24日、ラフボロー）会議報告（コンピュータマネキンに関する審議事項を含む）（1.3.3項）

資料4：会議の写真

資料5：会議参加者および議事録（1.3.4項）

資料6：コンピュータ・マネキンの国際標準規格化および日本におけるコンピュータ・マネキン開発の状況（CEN/TC122/WG1 会議用資料）（1.3.5項）

コンピュータマネキンに関する審議のまとめ

定例会議の第8の項目としてコンピュータマネキンが議題に上った。コンピュータマネキンの規格作りに関しては、フィンランドの Mr. Launis（ラウニス氏）、スウェーデンの Prof. Oetengren（エルテングレン教授）、英国の Prof. Jones（ジョーンズ教授）によるサブグループ（アドホックグループ）が、審議資料として「Project Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery（邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法）（資料3）」をまとめた。このアドホックグループの主幹のラウニス氏によると、本規格は2つに分けるのが適当とされた。

すなわち、Part 1: General requirements と Part 2: Structures and dimensions である。会議では前者に

関してのみ討議した。しかし、紛糾しまとまらなかったため、本年末までに各メンバーがラウニス氏宛に意見書を提出することになった。また、ISOメンバーの資格でオブザーバーとして参加した足立は、本アドホックグループのメンバーとして快く受け入れられ、CENの正式メンバーと同様に意見書を提出し、アドホックグループの他の3名のメンバーとともにコンピュータマネキンの規格を作成することが認められた。(会議内容の詳細は付録第1.3.3項を参照のこと。)



会議の写真

左端 (足立氏) 中央 (Buts氏) 右端 (Juergens教授)



会議の写真

左から2人目 (鈴木専務) 中央 (Buts氏) 右端 (Juergens教授)

1.1.2 キール大学訪問

日程

平成9年9月25日 10:00～15:00

場所

ドイツ連邦共和国、キール、キール大学人類学研究所

Anthropologisches Institut, Neue Universit, Stormarnstr. 32, D-24113 Kiel

TEL: +431/687090, FAX: +431/8802795

面会者

Dr. Konrad Helbig (コンラート・ヘルビツヒ博士)

訪問者

筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

討議内容

ヘルビツヒ博士は、CEN/TC122/WG1の議長であるユルゲンス教授のもとに勤務しており、人間工学分野のコンピュータソフトウェアのスペシャリストである。コンピュータマネキンの規格作りには、ユルゲンス教授に代わり実質的に内容を検討する立場にある。したがって、ラウニス氏との連携も密であり、規格作りの経緯に関して説明を受けた。これによると、欧州には数社、コンピュータマネキンを製品として販売している会社があるが、いずれも互換性がなく、またそれぞれの製品コンセプトが異なるために規格としてまとめ上げるのが非常に難しいということである。さらに、コンピュータマネキンはコンピュータの発展によって日進月歩していくために、それに対応させなくてはならないということ、さらにコンピュータマネキンに対するイメージが個人個人で異なるために、求められる規格のレベルがまちまちなことも規格作りをよけい難しくしている原因だそうである。したがって、CENにおいても規格案としての委員のコンセンサスを得たものはまだ無く、結局は妥協の産物としての規格案ができ、それを討議することになるであろうとのことであった。さらに、コンピュータマネキンを作成するために必要な各民族の生体計測データの不整備が問題で困っているとのことであった。

これらのことから、ラフボローで受けた印象と同じく、ISOで提案予定の規格案が、かなりの部分受け入れられる可能性は大いにあるという感触を得た。

1.1.3 DIN 訪問

日程

平成9年9月26日 13:00～18:00

場所

ドイツ連邦共和国、ベルリン、DIN本部
DIN Deutsches Institut f Normung e. V., 10772 Berlin
TEL: +30/2601-2395, FAX: +30/2601-1231

面会者

Mr. Nobert Butz (ノーベルト・ブツ氏)

訪問者

筑波大学体育科学系 講師 足立和隆
(社)人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

内容

ブツ氏は、DIN(ドイツ規格協会)に勤務する規格のエキスパートで、専門担当分野は人間工学である。氏はまた、CEN/TC122/WG1の事務局も担当している。今回の訪問では、DINのドイツにおける歴史、役割に関して説明を受けた後、DINとCENとの関係、また、ISOとの関係について説明を受けた。ISOメンバーとして、今後、足立はコンピュータマネキンの規格作りの事務的な面で氏とE-Mail等によってさらに密に連絡を取り合うということとなった。

1.1.4 Eindhoven 大学訪問

日程

平成9年9月19日 9:00～17:30

場所

オランダ、アイントフォーヘン、アイントフォーヘン大学
Eindhoven University of Tecnology
PO Box 513, 5600 MB Eindhoven NL

面談者

Herman Bouma, Prof.DhD

訪問者

(社)人間生活工学研究センター専務理事 鈴木一重

内容

*Eindhoven大学は高齢者の研究をしているオランダ唯一、ヨーロッパでも数少ない大学で、ユーザーへの技術応用を(user application(wants,needs,wish))からアプローチしている。高齢者問題へのアプローチは1980年代中頃大学内に新しい機運が高まり、1991年に国際会議を開いて欧州やアメリカから250人の参加を得た。これは加齢工学の基礎を築くもので、これがきっかけとなって同大学内に加齢工学研究所(Institute of Gerontechnology)が設立された。

メンバーは約10名でスタート、工学など様々な分野の学問が高齢者問題に関心を持って接近するよう督励するのが目的で、極めて学際的であるのが特徴である。

*研究の範囲は主として次の5分野である。

housing&building engineering (住宅と建築)

mobility&transport (移動と輸送)

health&medical technology (健康と医療技術)

information&communication (情報とコミュニケーション)

working environment (作業環境)

* コンピュータ・マネキンは高齢者に対する支援策(製品・環境)を評価する技術として非常に有効で重要な手段と考えている。上記の課題の中では特に住宅と建築、移動と輸送、作業環境の評価に役立つだろう。特に高齢者に製品・環境評価をしてもらうことには困難が多いことから彼らの特性を持ったコンピュータ・マネキンの出現はコストダウンとタイムリーな供給に貢献するところが大きいだろう。

* 1991年、COST(cooperative social science& technology)A(aging)5 - EUがスタート。これはEUが支援する欧州の協力プログラム(common research programme)で、4週間の国際教育・研究コースで、7国が参加している。それぞれの国で得意分野があって、例えばフィンランド、オランダは高齢者学、ドイツは移動が得意。また国の間で文化の差がある(例;南欧は家族と暮らしている)から国際協力が必要で、こうした差を application に反映させている。

* 予算は大学から25万ドル、産業と政府から同額で計50万ドル

人員はコアとなる人20人を含め60人が参加。

* 昨年(1996年)、National Science FoundationのNational Research Programmeに新プロを提出した。8年間で10百万US\$ (8年間)、今年10月に決まる、海洋バイオが有力な競争相手。work, health, mobility, informationの4分野を対象にしている。

1.1.5 EU訪問

日程

平成9年9月25日 9:00~17:30

場所

オランダ、ブリュッセル、EU本部

Avenue de Beaulieu 29, B-1160 Bruxelles

面談者

Ramon Puig de la Bellacasa, Placencia Porrero

訪問者

鈴木一重 (社)人間生活工学研究センター 専務理事

内容

日本は今後、高齢化社会を迎え、高齢者にいかに優しい製品開発を行うことができるのかが、国家をあげての課題となりつつある。この問題を解決するキーテクノロジーが、まさにコンピュータマネキンである。しかし、コンピュータマネキン開発における課題の1つに、高齢者の特性データベースが存在しないという点がある。今回、高齢者データベース構築研究について、ヨーロッパの第一人者と討議することにより、その動向を調査した。

以下、詳細な討議録を記述する。

(1) Gerontechnologyに関するEUの動向

クリスティン・マーキングとの対談

ユーロリンケージ：高齢者及び加齢問題に取り組むヨーロッパネットワーク

ブリュッセルオフィス責任者

(ユーロリンケージの目的)

当オフィスは高齢者の利益を守り、そのための社会政策を促進させることを基本的目的としている。EUの高齢者に対する社会政策（老齢年金等）の取り組みに関して言えば、十分な政策的構想がない。社会政策上の成果を挙げていない。この厳しい環境下で、ユーロリンケージは、特に高齢者の利益を考慮したラインにそって運動を起こし、EU政府に働きかけ、高齢者が高齢者であるがための社会的疎外の犠牲者になることを防ぎ、EUの社会政策によって社会的恩恵を権利として取得できるようにすることを目指している。

(ユーロリンケージの活動内容)

1. 各研究諸機関の調査研究活動のサポート
2. TIDE プログラムへの貢献

使用者に優しい製品、環境の開発技術が高齢者が十分に享受できることを目的としている。55の達成目標をかかげる。

TIDE プログラムの関係部局は、

DGXII：科学、研究開発

DGXIII：電気通信、情報市場、研究開発で、この2つの部局の活動状況を追い、ユーロリンケージからの提案、働きかけを行う。

活動として、(1) 技術開発 (2) 問題点ごとに作業グループを設け、各グループは密接な協力関係でことにあたる。(3) 政策研究 (4) 欧州委員会（コミッション）、欧州議会（パラメント）対策（高齢者向けデザインへの関心度）

高齢者への関心度とくに高齢者向け製品のデザイン過程へ的高齢者自身の参加が高齢者自身の権利であるという認識に関して、南北で差がある。オランダに下記のような好例が見られるのに対し、そのような認識がスペインには見られない。

[オランダの例]

工業製品デザイン過程に、引退したデザイナーと学生デザイナーがともに参加する。高齢者の使用に配慮したデザインを共に考案する（例えば、魔法瓶のフタを従来の丸い形態から四角にする。高齢者にとって開けやすいばかりでなく店頭での棚での並べ方が整然とし、場所の取り方が少なくてすむ。これは、若いデザイナーにとっても良い経験になった一例。こうした設計過程にパソコンを使ったもっと普遍的な方法論が欲しいとの意見が出ている。

(輸送機関へのアクセス)

利用者の輸送機関（列車、バスなど）へのアクセスをいかに容易化するかを扱っている。この中に高齢者にも適用される高齢者向け技術も合わせて取り扱われることになる。

この面での状況は上向き。予算も10年前の60万から現在は500万ECUにまで上昇している。健全なる認識の成果であり、この予算の下に研究開発が進む。この中には高齢者と輸送機器との適合性の評価も考えており、欧州で開発過程のコンピュータ・マネキンが視野に入っている。

(研究成果の応用・評価)

個々の部局でのそれぞれのプログラムの下での研究成果の応用、評価を結びつけ一体化することにより、生活及び労働環境（高齢者も含めて）の改善を図ることが可能である。コミッション「意見書13」も個々の部局における調査研究と適用の技術を各部局間の強い連携の下に効果的に活用することを提案している。

(評価基準)

ヨーロッパレベルでの調査研究の実際面への応用について、客観的な基準が存在しない。

人間工学的分野の評価基準が重要である。

(国際協力)

高齢化社会が直面している諸問題、それらを解決していく上での挑戦が討議の課題となる。

- ・新しい分野である加齢工学をどのようにスタートさせるか。

工業デザイン、社会学、心理学、生理学、機械学、化学、物理学、医学、建築学などと種々な学問の分野が加齢学そのもの、そしてその調査、研究にかかわってくることで、種々な学問の総括体として加齢学のあり方と、各学問との有機的なつながりを示したいと思う。

高齢者指向の製品、環境づくりをデザインするにあたっては、むしろ孤立して存在する各学問分野からの成果を（ノウハウを）、表に取り出し、その複数の成果を（ノウハウを）結びつけることによって加齢学が要求するテクノロジーが得られる。この技術的成果を政府の高齢者保護のための政策立案まで持っていく。制度化を実現するための予算を獲得する。コンピュータ・マネキンはそのための有力な解決手段である。

(2) ラモン・プイグ・ラ・ベラカサ氏との対談

EU 第 13 部局：電気通信、情報市場、調査適用

産業界、学会、研究諸機関の参画を得て、EU 政策を遂行する。年間予算 140 億 ECU。情報テクノロジー、生命科学、生物学、産業界調査等広範なサーチが要求される。

現在、TIDE プログラム「身体障害者及び高齢者のためのテクノロジー・イニシアティブ」に、テレマティクス応用として取り組んでいる。

(TELEMATICS = TELECOMMUNICATION + INFORMATICS 市民のための情報社会事業)

- ・ TIDE に課せられているテーマは、(1) 健康、医療 (2) 身体障害者及び高齢者

實際上、予算が健康医療、身体不自由者対策に当てられがちなのは、高齢者問題が、都市、農村問題、輸送、教育、環境、図書館と広い分野に関わっているので扱いが難しい点にある。

- ・ 国際協力の例として、例えば、ヘルスケアのための chip

card を電子化することにより、市民の行政上の機密保持の権利をおかすことなく、病人の必要な情報（病歴など）を（ソーシャルワーカー等が）手にすることが EU 域内ばかりでなく、広く世界的に可能になる。

- ・ ヘルスケアの社会政策的と地方行政との一体化、家庭看護
- ・ ヘルス・テレマックスによってもたらされる恩恵
- ・ 医療業界において、ヘルステレマックス適用で問題が生じた場合、どう対処したらよいかの情報を得る諸権利
- ・ ヘルステレマックスでは、高齢者に関するあらゆる情報を通信しあい、国レベル、地域レベルで市民の健康促進のための事業に供する方向での適用を目指す。情報は統合化され、各都市、各地方でテストされる。
- ・ 従来のサービスを目指してデータベースが構築される。
- ・ 全ての市民が等しくこのヘルスケアプロジェクトが提供する情報の恩恵に浴することを原則とする。
- ・ 健全なライフスタイルのために欠かせないのが、病気予防のための情報。
- ・ 各薬局に into デスクを置く。例えば、医師の処方箋を必要としない薬に限られるが、いつも国内

で使っている薬を、外国の薬局で、それに相当する薬を入手することができる。

- ・ヘルスケア・チップカードを多目的利用の形にして、例えばハイウェイでのガソリンの支払も、病院での支払も同じようにできるようにする。
- ・情報が健康の自己管理を助ける。病院に行く前に、あるいは病院に行かないですむためには、ヘルスケアの面でどんな生活が必要か、専門家的知識を一般市民が手にすることができる。
- ・医療業界の利益の促進とEUの公的責任を両立させるために、EUレベルでの調査が必要である。
- ・医療業界には医療業界の原則がある。利益を生むこと、業界全体の競争力を増進すること、そして、加盟各国の政府には、それぞれ健康医療政策の規準が存在する。
- ・ヘルステレマックスは、医療業界をサポートする存在であること、そして同時に一般市民にとって、より良い社会を実現する手段となること、この2つの要望を実現するために、コミッションは努力を続けているといえよう。
- ・当プロジェクトに参画している企業名は「プロジェクト概要Ⅰ、Ⅱ」の中での各プロジェクト紹介に登場する。Philips,IND など。

(3) プラセンシア・ベレロ氏との対談

第13部会 プロジェクト担当官

EUにおける高齢者問題は、TIDEプログラム—身体障害者及び高齢者のための技術的発案—において取り扱われている。

1991年 21プロジェクト 年間予算 24万 ECU

現在 55プロジェクト 年間予算 545百万 ECU

TIDEプログラムは、テレマックス・プロジェクトに組み込まれている。

さらに、31プロジェクトの発案が協議されている。

- ・プロジェクト化の出発は、まず問題点が課題として出される。
- ・調査、研究の提案

取り扱う問題点は、単に技術的側面ばかりでなく、社会的性格を強くもつ社会問題でもある。全ての活動が社会問題に連結している。他のコミッション・プロジェクトとの情報材料の提携がある。

- ・調査、研究結果の分析
- ・制度化へのプロセス

(4) グラフマン氏との対話から

- ・Gerontechnology conference 加齢工学学会会議

予定されているもの

1998年 11月 ヘルシンキ会議

1999年 10月 ミュンヘン会議

高齢化社会が直面している諸問題、それらを解決していく上での挑戦が討議の課題となる。

- ・新しい分野である加齢工学をどのようにスタートさせるか。

工業デザイン、社会学、心理学、生理学、機械学、化学、物理学、医学、建築学などと種々な学問の分野が加齢学そのもの、そしてその調査、研究にかかわってくることで、種々な学問の総括体として加齢学のあり方と、各学問との有機的なつながりを示したいと思う。

高齢者指向の製品、環境づくりをデザインするにあたっては、むしろ孤立して存在する各学問分野からの成果を（ノウハウを）、表に取り出し、その複数の成果を（ノウハウを）結びつけることによって加齢学が要求するテクノロジーが得られる。この技術的成果を政府の高齢者保護のための

政策立案まで持っていく。制度化を実現するための予算を獲得する。

加齢工学学会は、その独自の専門知識を武器とすることにより、予算獲得への入り口を開く役割を果たしている。加齢工学学会はまた、プロジェクト・ハンターでもある。

注) ETEN = European Technology Evaluation Network

1.2 第2回海外調査報告

第2回の海外調査は、昨年4月に英国のラフボロー大学で開催された第23回 CEN/TC122/WG1 定例会議に続いてオーストリアのザルツブルクで開催された第24回定例会議への参加を第一の目的とした。

また、スイスのジュネーブにある ISO 本部の人間工学部門担当官アレジ氏を訪問し、ISO における規格の作り方(書式等)、ウィーン同意書の説明をうけること、さらにドイツ連邦共和国における生体計測データ収集の現状を調査(ボン大学デバルト博士)し、さらにコンピュータ・マネキンを製作する際に人間の遺体から採寸する必要があるため、遺体の新たな保存法であるプラスチックネーション法を開発し、自らその研究所の所長であるハイデルベルク大学のフォン・ハーゲンス教授とコンタクトをとり、標本遺体の入手方法、費用等を問い合わせることも行った。

一方、コンピュータ・マネキンの開発における今後の課題として、高齢者特性データベースを如何に搭載するかという問題に関して、バーミンガム大学、ERGODESIGN 研究所を訪問し、欧州における高齢者研究現状について、その動向を調査した。

日程 A 調査者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

平成 10 年 3 月 17 日 (火) ~ 3 月 26 日 (木)、10 日間

成田空港発、フランクフルト経由、ジュネーブ着	17 日
ISO 訪問 (ジュネーブ)	18 日
移動日 (ジュネーブ発、フランクフルト経由、コブレンツ着)	19 日
生体計測データ収集調査 (ボン大学デバルト博士)	20 日
解剖遺体の保存法、入手法の打ち合わせ (ハイデルベルク、 プラスチックネーション研究所、フォン・ハーゲンス教授)	21 日
移動日 (ハイデルベルク発、ザルツブルク着)	22 日
第 24 回 CEN/TC122/WG1 定例会議出席	23 日
	24 日
移動日 (ザルツブルク発、ミュンヘン経由、フランクフルト着)	25 日
移動日 (フランクフルト発、成田空港着)	26 日

日程 B 調査者 (社) 人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

平成 10 年 3 月 19 日 (木) ~ 3 月 28 日 (土)、10 日間

関西空港発、ミュンヘン経由、バーミンガム着	19 日
バーミンガム大学訪問	20 日
移動日 (バーミンガム発、フランクフルト経由、ザルツブルグ着)	22 日
第 24 回 CEN/TC122/WG1 定例会議出席	23 日
	24 日
ウィーン人間工学会訪問	25 日
移動日 (ウィーン発、ストックホルム着)	26 日
ERGODESIGN 研究所訪問	27 日
移動日 (ストックホルム発、ヘルシンキ経由、関西空港着)	28 日

1.2.1 ISO本部訪問

日程 平成10年3月18日 15:00～17:00

場所 スイス連邦共和国、ジュネーブ、ISO本部

ISO,16 chemin de la Voie-Creuse, CH-1211 Geneve 20, SWITZERLAND

面会者 Mr. Jean-Remy Alessi (ジャン・レミー・アレジ氏)

訪問者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

入手資料

資料1: 'Electronic' ISO (インターネットによるISOの詳細) (1.3.6項)

資料2: Momento 1998 (ISOの1998年活動報告、足立が保管)

内容

ISOにおける人間工学部門担当官のMr. Alessiは、ISOにおいてすでに26年の経験を積んだベテランである。各国のTC159の委員や担当者とは手紙、通信等でのやりとりばかりで、実体のある人間の委員が訪ねてきたのは初めてということであった。まず、こちらからコンピュータマネキンの規格作りの現状を説明した。すなわち、ウィーン同意書によってこの規格作りの主導権はCENが握っているが、CENの対応WGの会議にISOのプロジェクtrリーダーである当方がリエゾン・エキスパートとして出席し、CENに有利な一方的な規格とならないようにCEN側委員と合同で規格作りを進めるということに合意し、実行しているということの説明をした。この際、Mr. Alessiから「もし、こちらの(ISO)の意見があまり受け入れられないような場合にはどうするか?」という質問があったが、その場合には、ISOとして他の名称でコンピュータマネキンに関する規格案を立ち上げると説明した。幸い、現時点ではこれは危惧におわっている。

Mr. Alessiの説明によると、本質的内容は変わらないが、ウィーン同意書を改訂中で、4月中には改訂版を発行するとのことであった。これはISOのインターネットホームページで入手できる(資料1参照)。ISOのインターネットホームページは通称「Electronic ISO」と呼ばれ、今回、実際のデモンストレーションも行ってくれた。この中には、規格を自分で書式に則ってつくるためのフォーマットも入っており、これに従えばだれでも規格原案を作成することができるとのことであった。



写真 Mr. Alessi

1.2.2 デバルト博士訪問（生体計測データ収集の現状調査）

日程 平成10年3月20日 10:00～12:00

場所 ドイツ連邦共和国、ボン、ボン大学医学部

面会者 Dr. Georg Dewalt（ゲオルク・デバルト博士）

訪問者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

内容

デバルト博士は、ドイツにおいて生体計測を行っており、その収集とそのデータベースに関する現状を聞いた。人類学的な生体計測データは数多く存在し（旧東ドイツで完備していた）公開されているが、人間工学とか製品開発のための計測でなく、生物学的な計測のため、日本と同様にコンピュータマネキンの製作に直接使用できるデータは不備であるということであった。しかしコンピュータマネキンの開発企業では、独自にデータ収集を行っており、たとえばRAMSISでは、自社開発のレーザー形態測定装置あるいは写真計測によってコンピュータマネキンに必要なデータを収集している。ただし、これらは表面形状データの収集に限られており、内部骨格、関節の位置等は計測していない。この点をどのように解決するかが今後の課題であるということであった。

1.2.3 フォン・ハーゲンス教授訪問（解剖遺体の保存法、入手法の打ち合わせ）

日程 平成10年3月21日 14:30～16:00

場所 ドイツ連邦共和国、ハイデルベルク、プラスティネーション研究所

Institute fuer Plastination, RathausstraBe 18, 69126 Heidelberg, GERMANY

面会者 Prof. Gunther von Hagens（グンター・フォン・ハーゲンス教授）

訪問者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆

入手資料

資料1：プラスティネーション概要説明（足立が保管）

資料2：マンハイムで展示会を行ったときのカタログ（足立が保管）

内容

解剖遺体の保存、供覧方法として、近年「プラスティネーション」という新たな方法が確立された。この開発者がハイデルベルク大学の von Hagens 教授である。この方法を使用すれば、遺体を腐らせずに空気中で保存できる。保存形態や標本の提示方法は注文者の要望に応じて多様に対応が可能で、たとえば筋骨格系と神経のみを剖出させた標本や、人体を頭のとっぺんからつま先まで5mm厚にスライスした標本等がある。教授は、プラスティネーションによる遺体の提供会社を設立しており、依頼者の要請に応じた標本を作製してくれる。人体の形態学的な情報を遺体から得なくてはならない場合に、この方法は有用である。

1.2.4 ザルツブルクにおける第24回 CEN/TC122/WG1 定例会議への出席

日程 平成10年3月23日 10:00～17:00

24日 9:00～15:00

場所 オーストリア共和国、ザルツブルク

Wirtschaftsfoerderungsinstitut (WIFI) Salzburg

Julius Raab-Platz 2a, 5020 Salzburg, AUSTRIA

世話人 Mr. Michael Wichtz（ミヒャエル・ヴィヒツ氏）

参加者 筑波大学体育科学系 講師 足立和隆
(社) 人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

資料

資料1 第24回 CEN/TC122/WG1 定例会議開催案内、議題リスト (1.3.7項)

資料2 : Draft document for presentation at Salzburg, Austria, 23/24 March 1998

"Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space" (ISO案) (3.2項)

資料3 : 第24回 CEN/TC122/WG1 (3月23日～24日、ザルツブルク) 会議報告 (1.3.8項)

資料4 : 2nd draft, for the meeting in Salzburg, 23-24 March 1998

CEN/TC 122 WG1 Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery" (CEN案) (1.3.9項)

内容

コンピュータマネキンの規格案は、Mr. Launis (Finland), Professor Jones (GB), Professor Oertengren (Sweden), 足立 (日本) の4名からなるアドホックグループによって作成されることとなっている。前回のラフボローにおける会議では、そこでCENの提示したコンピュータマネキンに関する規格案(第1ドラフト、"Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery"、邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法、1.3.2項)に対して、WG1のメンバーから1997年10月末日までに送られてきたコメントをまとめ、さらにコメントを加えて同年12月末日までに原稿を作り、これを1998年1月末日までにチェックして同年2月には原稿を完成させ、これに対してこの会議で討論することになっていた。そこで足立は、この経過に関して適宜Mr. LaunisとCENの事務局に問い合わせたが、10月末日までに送られてきたコメントはスペインからのものが1つだけで、それも「この案を支持する」という内容で具体的なコメントは含まれていないとのことであった。そこで、ISO側では、コメントだけにとどまらず、具体的なドラフトをこの第1ドラフトを基に作成することにし、11月より本格的な作業にはいった。Mr. Launisには、1997年末に連絡を取り、ISO案を1月末日頃に送ると伝えたが、本件に関しては不本意ながら作業が全く進行していないとのことであった。ISO案(資料2、和文と英文原案、3.1、3.2項)は当初の予定よりやや遅れ、2月中旬に完成した。足立はこれを2月末日にCENの事務局に発送し、事務局から各メンバーにもこのコピーが送られた。同時に、足立はアドホックの各委員に直接E-mailによって同案を送付した。さらにISOのメンバーに対しても、本規格の事務局であるHQLから発送してもらい、これに対し各メンバーの意見を3月10日までに求めた。期日までにベトナムとオランダから有益な意見が送られてきた。しかし会議当日までにはCEN側からは何の意見もなかった。会議当日、Mr. Launisから遅れて申し訳ないというおわびの言葉とともにCENの規格案の第2版(2nd draft、資料4、1.3.9項)が出席者に配布された。これは、昨年のラフボローでの討議意見をラフボローにおける配付資料(1.1.1項の添付資料2、1.3.2項)に反映し、加筆、削除したものである。規格をPart 1: General principles and requirementsとPart 2: Structures and dimensionsに分けることに関しては前回の会議で、委員全員の同意を得ている。

今回、ISOの提案した規格案の内容が、後者に重点が置かれていうことで、ISOはPart 2を担当することになった。Part 1に関しては、CEN側の3名のアドホックメンバーが手分けして執筆することになった。Part 1に関する意見(提案)は、4月末日までにMr. Launisに送付し、Part 2に関する意見(提案)は、8月末日までに足立まで送ることになった。Part 1に関してCEN側の根本意見は、コンピュー

タマネキンを形態、姿勢モデルに限定するというものであり、これは、動きに関しては計測法にまだまだ確立された統一的手法がないこと、個人差が大きいということの理由等によって、今回の規格案には含めないこととした。したがって、形態学が主体となり、バイオメカニクスの観点はほとんど包括されない。ただし質量は、コンピュータマネキンの重心を求める必要から含めることとした。また、ISOの提案により、表題の"at machinery"は削除されることとなった。(会議内容の詳細は付録1.3.8項を参照のこと。) CENとISOの共同作業を進めるに当たって、ISO側においてWI (Working Item)のISOへの登録 (Scopeの点に関して) 内容はどのようになっているかという点がJuergens議長より質問されたが、HQLの鈴木専務が確認するというものであった。

1.2.5 バーミンガム大学訪問

日程 平成10年3月20日 (金)

場所 Edgbaston Birmingham B15 2TT United Kingdom

Tel:0121-414 3407

Fax:0121-414-3154

面会者 Dr.Laxman Naya

訪問者 (社) 人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

(1) センターの設立と背景

このセンターは10年前にDr.Nayakと彼の当時の上司の教授が始めた。Dr.Nayakは、それまでは大学医学部の老人科にいた。

50歳以上の高齢者はイギリスで1500万人、ヨーロッパで1億人おり、2020年にはEUの人口の37%が60歳以上となる。ここでは50才以上をGerontechnologyの対象(後出の被験者パネルも)に考えている。20年前にはメーカーは高齢者に優しいデザインに興味を示さなかったが、高齢者の急増に伴い、いまでは大きな興味を示している。

(2) The Thousand Elders

高齢者向け製品の評価をするため、10年前に消費者アンケートで被験者ボランティアを募集し、被験者パネルを充実してきた。名称はThousandだが、実際は全体で4000人おり、個人の生活履歴などを登録したデータベースとなっている。ボランティア全員に対しては、2月に一回ニュースレターを送って市場調査(アンケート)の協力をしてもらっている。ニュースレターは高齢者に関心を持ち続けてもらうために送っている(Nov/Dec 1997号は、Issue No.12 Vol.3となっている)。

メーカーの依頼に応じ製品テストを行うが、これはBirmingham(時にはメーカーそのものの所在地)の半径20マイル以内の60-70人(最低60人)の人が対象。これが後出のアウル・マークにつながる。フォーカス・グループと呼ぶディスカッションの会があり、様々な問題に関し高齢者の意見を聞く会がある。ここにはメーカーが直接出向くこともある。世界大戦を経験した高齢者は余り文句を言わないが、これからの高齢者はどんどん文句を言うだろう。

ボランティアに対する謝礼はない。この国ではこうしたボランティア活動は非常に活発である。

(3) アウル・マーク(Owl Mark)

約60名の高齢者に製品テストをしてもらい質問表に記入してもらう。質問表は対象によって異なるが4-5ページ、20-25の質問で、4-5段階評価。質問事項は「安全」、「使いやすさ」、「快適」、「美観」の4点で、安全を最重要視。

この評価では特定の高齢者が複数回対象にならないようにしている。基本的には人口全体の特性

分布（病歴、障害など）に対応してデータベースから選択する。

アウル・マークは90%以上の被験者が良いといった場合に許可する。マークの商標権は大学が取得している。このマークは8年前に作り対象第1号は7年前であったが、当時はこうしたマークの意義について問われ商標受付けの際に議論となった。既に機能の優れたものに対するBritish Standard (BS=日本のJIS)やDesign Councilの「良いデザイン」(日本のグッド・デザイン)があり、なぜこれが必要かと問われ、高齢者と製品の適合性を客観的に評価できるのはこのマークだけだと説明し了解された。このような製品の評価の蓄積をコンピュータ・マネキンソフトとして生かしていく予定である。特に高齢者に対する対策としてこれを活用することは、問題がビビッドに出ているだけに有効だと考えている。

このマークは一般の人々には知名度は高くないが、メーカーの間では知られている。老人ホーム16000、養護施設4000に対してPRを行なっているが、大学の活動としては一般市民まで手が回らない。

(4) センターの運営

センターのスタッフは5人、コーディネータ、リサーチ2、セールス、秘書。

大学内の医学部、工学部などと連携、専門知識を得る。例えば高齢者用おしめのテストでは泌尿器科、看護、その他の分野の専門家。時によって数は違うが、現在約10の企業とコンタクトしている。過去に日本企業の製品評価をしたことがある。全体で約10万ポンド(2億円)の収入で、内訳は約10企業からの調査費、後出のアウル・マーク使用料(1件40万円で製品の量に比例しない)。

これまでの関係企業の分野は、風呂、窓、シャワー、薬瓶、ガス・ストーブ、ガス・クッカー、銀行(自動支払器)、美容洗顔(P&G、ユニリーバ)、スーパー(Tesco)、自動車設計(フォード)、階段用エスカレーター椅子(stair lift)など。

1.2.6 オーストリア人間工学会訪問

日程 平成10年3月25日(水)

場所 Theresianumgasse 27 A-1040 Wien AUSTRIA

Tel:43+43-1-11-111-4-514

Fax:+43-1-33-111-347

面会者 Mr.Michael Wurzer

訪問者 (社)人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

1.概要 オーストリア人間工学会(Osterreichische Arbeitsgemeinschaft für Ergonomie = OAE)は非営利非政治的な学際組織で、ウィーン工科大学の人間工学研究所とオーストリア労使協会によって1975年に設立された。

2.目的 OAEの目的は職場環境の改善とヒューマン・ファクターズに関する知識を収集し促進することである。このため、OAEは人間工学分野の科学者とオーストリア経済界の代表との共通な基盤を提供することに努めている。OAEの設立憲章には次のような目標が掲げられている。

*ヒューマン・ファクターズの研究成果を活用すること

*人間工学分野の実経験の交流を促進すること

*得られた知見を関心のある人々に公にすること

3.活動 こうした目的を果たすため、OAEは次のような活動をしている。

*討論会、学会、講演会の組織

*出版

*視察・見学

*国内・国際機関とのコンタクト

また、OAEは1985年以来「人間工学応用賞」を設け、ヒューマン・ファクターズ・エンジニアリングにおいて優れた成果を上げた事例を表彰している。

4. 主な課題

(1)オーストリアにおける現在の関心事は、ISO、IEAなど国際的活動を通じて先端的な技術と情報を取り入れることにある。特に関心あるテーマは3次元人体計測、コンピュータ・マネキン、労働の場におけるストレスの把握などである。こうした分野においては、欧州の動向だけでなく日本の積極的な参画に関心と期待を抱いている。

(2)また労働者保護に関する法規制が課題になっており、具体的にはこれに関するEC(原文のまま)のディレクティブ(指令)を国の法律へ移行させることである。これに関し、OAEは健康への危険やその評価基準に関し公的討議に参加したり支援を与えている。

(3)OAEは近く欧州人間工学資格制度の国際ガイドラインと国内の実情を調整する作業を始め、これに応募する人々のための教育プログラムを検討することとしている。

1.2.7 ERGODESIGN 研究所訪問

日程 平成10年3月27日(金)

場所 AB SANDVIK BAHCO Product Center Mechanics' Tools

SE-745 82 ENKOPING SWEDEN

Tel:+46 171 227 45

Fax:+46 171 322 37

面会者 Erik Conny Jansson

Manager R&D&Design

訪問者 (社)人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重

(1) 企業の概要

6部門、200会社を擁し、従業員3万人、130カ国と関係。今回は作業工具部門(スパナ、ペンチなど)を訪問。もともと鉄鋼部門でスタートし、工具部門にも進出。

(2) エルゴ・マーク

同社は優れた人間工学評価を製品のみでなく、製品の企画設計の段階から取り入れていることを誇っており、一定の基準を超えたもののみに「エルゴ(ERGO)」マーク(社内マーク、我が国でも商標権確立)をつけている。エルゴマークのモットーは、「A Reseach Approach to Ergonomic Hand Tool」(研究的アプローチによって人間工学的に良い手工具を)である。

(3) 11のチェック・ポイント

エルゴマークをつけるためには次の11のプロセスを通過しなければならない。

1. 要求の明確化(Specification of Demands)

寸法、重量、力、切断能力、使用環境の決定。適用すべき標準

2. 他の製品の分析(Analysis of other Products)

既存製品のサーベイ。既存工具の人間工学と経済面からの評価。利用者の障害防止に効果があるか?

3. データベースの作成

研究文献や事故・障害のデータ収集。市場インタビューや作業現場の体験のデータを含む。

4. テスト・モデルの試作

考え得る全てのデザインをテストする。性能、使いやすさ、それに「感触」がテストのポイント。様々な現場での限界条件で寸法や強度をテストする。

5. ユーザ・テスト1

多くのエンドユーザを対象に「ブラインドテスト」を行う。年齢や身体の大きさの異なった被験者が色々な形のグリップをテストする。「快適範囲」を確認するため、工具と手の関係を記録する。

6. モデルの変更

モデルを精緻にする。原料、手の形とサイズを考慮しエンドユーザの経験や応用計測の結果を活用する。

7. ユーザ・テスト2

ユーザを選別しより長期（2－6週）のテストを行う。これによって作業習慣、ブランドの影響、嗜好などが除かれ、さらに絞り込んだモデルでテストを行う。

8. デザインの提案

半径、角、取っ手の色、などの詳細を決める。エルゴマークを得るための最初の製品。

9. 製品仕様の決定

仕様、標準を決定し、本生産直前の製品生産

10. 生産開始

産業向け生産の開始

11. デザインのフォローアップ

技術的フォローアップ、統計分析、長期使用からのフィードバック

(4) 評価の体制

ほとんどが外部の人的資源を活用している。例えばデザイン企業（人間工学者を抱えている）や内外の大学との連携である。

(5) 今後の課題

エルゴマークをつけた製品については人間工学的評価を十分にしていると自負しているが、ほとんどそうした努力をしていない企業との差別化が、ユーザには見えにくい。ユーザは往々にして短期的なコストを重視して、労災防止などの長期的効果に気がつかないか目をつむる。

したがって、客観的な評価を第三者にしてもらいたい。

(6) コンピュータ・マネキンについて

コンピュータ・マネキンは、

①設計時間の短縮

②試作品の減少

③あらゆる被験者を想定できる

等設計場面で非常に効果的になると思う。

ただ、当面の技術では、まだ工具の設計などの精密な場では十分に活かされていないのではないかと。

1.3 関連資料

1.3.1 第23回 CEN/TC122/WG1 定例会議開催案内、議題リスト

CEN/TC 122/WG 1
"Anthropometry"



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDISATION COMITE
EUROPÉEN DE NORMALISATION EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR
NORMUNG

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. · D-10772 Berlin

To the experts
of CEN/TC 122/WG 1
"Anthropometry"

CEN/TC 122/WG 1 N 254

Your reference

Our reference
bu/mgi

☎ (+49 30)
26 01-23 95

Berlin
1997-07-02

Meeting of CEN/TC 122/WG 1 "Anthropometry" in Loughborough University,
Loughborough, United Kingdom

Dear Madam,
Dear Sir,

The 23rd meeting of CEN/TC 122/WG 1 "Anthropometry" will be held from Monday, 22 September to
Wednesday, 24 September, 1997, at the

Loughborough University
Department of Human Sciences
Loughborough
Leicestershire LE11 3TU
United Kingdom

Phone: +44 (0) 1509 223001
Fax: +44 (0) 1509 223940

The meeting will be opened on Monday, 22 September, 1997 at 10.00 a.m. The draft agenda of the
meeting is given overleaf.

We would like to ask you for an indication by 18 August, 1997, whether you intend to be represented
at the meeting or not.

Yours sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'N. Butz', written over a white background.

N. BUTZ

Copy: Prof. Toru Itani, Chairman of ISO/TC 159/SC 3
Mr. K. Suzuki, Sec. of ISO/TC 159/SC 3

Encl: Registration form
Map of the location of the meeting
Mailing list (CEN/TC 122/WG 1)

SECRETARIAT DIN
DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V.

mailing address: D-10772 Berlin (for visitors: Burggrafenstr. 6, D-10787 Berlin)
Tel: +49 30 26 01 23 95 - Fax: +49 30 26 01 12 51

Draft agenda

- 1 Opening of the meeting (10.00 h)
- 2 Approval of the draft agenda
- 3 Appointment of an Editing Committee for drafting the resolutions
- 4 Approval of the report of the 22nd meeting of CEN/TC 122/WG 1 held in Cadenabbia, Italy, from 12 to 13 May, 1997 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 250)
- 5 Report on the results of the plenary meeting of ISO/TC 159/SC 3 "Anthropometry and Biomechanics" held in Tampere, Finland on 1997-08-25/26 (see doc. CEN/TC 122 WG 1 N 252)
- 6 Status of the project:
EN/ISO 7250 Definitions of basic human body measurements for technological design (ISO 7250:1986)
- 7 Project "Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workplaces at machinery" (see docs. CEN/TC 122/WG 1 N 244 and N 253)
- 8 Project "Basic principles of the ergonomics testing of anthropometric aspects of industrial products and designs"
- 9 Establishment of a European anthropometric database for all age groups (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 251)
- 10 Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery"
- 11 Project "Safeguarding crushing points by means of a limitation of the active forces"
- 12 Allocation of work to the experts of WG 1
- 13 Other business
- 14 Approval of resolutions
- 15 Dates and places of the next meetings
- 16 Closing of the meeting

1.3.2 Project Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery (邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法)

CEN/TC 122/WG 1 N 257



TYÖTERVEYSLAITOS
INSTITUTET FÖR ARBETSHYGIEN
FINNISH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH

03. SEP. 1997

29 August 1997

Norbert Butz
NA Ergonomie (FNErg)
DIN
Burggrafenstraße 6
D-10787 Berlin
Germany

Tel +49 30 26 01 1
Fax +49 30 26 01 12 31

Dear Norbert Butz

Enclosed you will find a draft for the scope and basic structure of the standard "Structures and dimensions of the computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery", prepared by the nominated ad-hoc group.

Could you please distribute this document to the experts of WG1 before our meeting in Loughborough 22-24. 9. 1997.

Looking forward to seeing you in Loughborough

Mit vielen Grüßen

Martti Launis

Martti Launis
Institute of Occupational Health
Unit of Ergonomics
Topeliuksenkatu. 41 a A
FIN-00250 Helsinki
Finland

Tel +358-9-4747 520
Fax +358-9-2414 634

■ Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki Topeliusgatan 41 a A, 00250 Helsingfors	☎ 09-47 471 fax 09-24 14 634
■ Laajaniityntie 1, 01620 Vantaa Bredängsvägen 1, 01620 Vanda	☎ 09-47 471 fax 09-890 713
■ Arinatie 3, 00370 Helsinki Äriisvägen 3, 00370 Helsingfors	☎ 09-47 471 fax 09-556 157

■ Topeliuksenkatu 41 a A FIN - 00250 Helsinki	☎ +358-9-47 471 fax +358-9-24 14 634
■ Laajaniityntie 1 FIN - 01620 Vantaa	☎ +358-9-47 471 fax +358-9-890 713
■ Arinatie 3 FIN - 00370 Helsinki	☎ +358-9-47 471 fax +358-9-556 157

Draft document for presentation at Loughborough meeting Sept 22-24, 1997

CEN/TC 122 WG1

Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery"

Preamble

This draft has been written from a different perspective compared with the checklist presented at Trondheim in September 1996. That meeting received valuable comments from members which, hopefully, have enabled the *ad hoc* committee to write an improved document. Because of rapid advances in this developing field it is difficult to specify exactly the structures and dimensions of the manikins *per se*. Moreover, defining the specifications is further hindered by the lack of anthropometric data on the European population. However, it is possible to start drafting the basic minimum requirements for computer manikins.

We suggest that the standard be divided into two parts viz:

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, **Part 1: General requirements**

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, **Part 2: Structures and dimensions**

Part 2 could be a later task, when the anthropometric data for the European population have been specified and the requirements for the next generation of manikins are available.

One special discussion point is the role of biomechanics in this standard. Many of the existing computer manikin systems include some biomechanical components, but it may be questioned whether this field is still too imprecise or too complicated from the standardization point of view. There may be a risk of prolonging the production of the standard if complex aspects are incorporated. However, the inclusion of biomechanics into the present draft will show its possible role in the manikin structure and applications.

Part 1: General requirements

(Introduction, Scope, structure and basic contents - draft / checklist for making a draft)

1. Introduction

The computer manikin is an electronic model of the human body for illustrative purposes and for ergonomic evaluation of physical environments and objects modelled in the computer. The manikin is the means to perform, for example, anthropometric, postural, functional and biomechanical evaluation for the designs of work stations, machines and other work equipment. It is an effective tool when integrating several ergonomic aspects (e.g. anthropometric and postural) into one type of

testing and evaluation of designs. The manikin is also a universal and flexible design tool for any application. As new types of machinery come into operation, specific dimensional standards may not be available for all of them. In these situations the manikin is a useful tool to fit the designs for prospective users.

The manikins available so far vary with respect to the functions and features they afford, as well as to their fidelity and usability. In the present developmental stage, the most sophisticated manikins may require powerful hardware and special training of users, whereas, the most simple ones may be easier to use but of restricted value for designing. The models of the whole human body may need to be still less detailed, whereas specific component models, for example the hand, may offer additional properties for the evaluation of objects manipulated by it. The choice of manikin for the design task is, to a great extent, a trade-off between these kinds of different features.

This standard is intended to ensure that computer manikins for the design of machinery are accurate and reliable in their anthropometric and biomechanical aspects, taking account of usability and possibly ensuing restrictions for structural complexity or functional versatility. The other aim is to ensure that the users of manikins will be aware of the possible errors and or limitations the use of the different types of manikins may involve.

2. Scope

This European standard establishes the general requirements for computer-aided manikins intended for the design and evaluation of the work space at machinery. These requirements concern the anthropometric and biomechanical properties of the manikins, the extent to which they represent the human body and the intended user population. The standard also specifies requirements for the documentation of the manikins in respect to these properties and for the guidance of the user.

This standard is intended primarily for the developers of the manikins. It can be used also as a user's guide for the selection of manikins and for evaluation of their usability and accuracy for the specified use.

3. Normative references

4. Definitions

- computer manikin (man model): electronic model of human body
- etc.

5. Purpose of the manikins

(description of e.g. the situations in which manikins are needed to ensure anthropometric considerations of the designs)

- General benefits of using manikins
 - visualization of designs for common evaluation (collaboration between different specialists and users)
 - quick evaluation (with reservations on e.g. the existence of the electrical environment model)
 - quick determination of different dimensional options (for different user groups, for different postural options, for different structural solutions, for different adjustment options)
 - etc.

- Factors contributing to particular needs for using manikins
 - novelty of the designs (lack of dimensional recommendations, difficulty to find reference solutions for full-scale evaluation)
 - constructional aspects; size, complexity, etc. of the object (difficulty of constructing full-scale models)
 - critical dimensions of the operations (fitting into, reaching to, etc.)
 - need to study dimensions in the conceptual stage of designing
 - need to construct dimensionally appropriate mock-ups, simulators, etc. for full-scale tests
 - lack of representative test persons
 - etc.

6. Types of manikins and their field of use

- Geometric representation
 - 2-D manikins (body templates) / *in relation to purposes, objects of use, limitations, etc. (see below)*
 - 3-D manikins / *in relation to purposes, ... , ... etc.*
 - stick, wire frame, surface, volume, solid / *(continued as above ...)*
- Motional capability
 - articulation, number of moving joints and segments (e.g. in the neck and trunk, and in the hand and fingers)
 - degrees of freedom of the joint movement (e.g. trunk; bending frontal/lateral, twisting)
 - constraints (e.g. angular limits of the joint movements)
 - possibilities for simulation of movements (or animation), level of automated simulation: balance control, automated behaviours (e.g. sitting, walking, running, grasping)
- Anthropometric versatility
 - parametric / nonparametric
 - selection of the user population? (if not European?)
 - selection of ethnicity
 - selection of gender? (if not only the "operator")
 - age?
 - selection of the common-percentile sizes
 - selection of the typical body types (somatotypes)
 - selection of the critical combinations of percentile values (worst case scenarios)
 - selection of the percentile values for the body parts (x,y,z)
 - modification of the geometric shape (in addition to scaling x,y,z)
 - Monte-Carlo modelling, percentage of the population accommodated
- Biomechanical versatility
 - 2-D/3-D
 - static/dynamic
 - gravity forces, lifting / pushing, pulling, etc.
 - output: absolute values / comparison to the reference values (recommendations)
 - percentage of the maximum allowable / percentage of users capable
 - etc.

----- *in relation to the:* -----

Purposes

- drafting, designing, visualization, rapid evaluation, dimensional evaluation, postural evaluation, simulation and evaluation of movements, motion study, biomechanical evaluation, etc.

Objects of use

- stationary work stations (static postures, fitting, reaching, viewing)
- larger activity areas (moving, standing, walking, etc.)
- special environments (accesses, passage ways, exceptional postures and movements e.g. stooping, kneeling, etc.)
- etc.

7. General requirements for the accuracy of the manikins

(factors affecting the accuracy of the analyses/determinations performed with the help of a manikin)

Structural

- link structure
- segmentation (geometry of the segments, displacement of the moving joints to fulfil actual dimensions in movements, a special point: shoulder, movement of the center of rotation in reaching)
- hierarchy of structure, constraints of the movements, optimization of movement proportions
- compression/deformation of muscles (and abdomen), e.g. buttock/thigh area: skin and soft tissues when standing/sitting - different options for the form in different situations / integral feature of the geometry

Anthropometric

- errors in selected data in respect to intended user population
- errors due to lacking data on body shape
- errors in percentage calculation (especially stature path in common-percentile manikins)
- errors due to rough geometric shape (e.g. polyhedral or ellipsoidal shape)

Biomechanical

- body segment mass data
- displacement of the mass centres of the segments
- distributions of masses of the segments
- joint torque data (strength data)
- biomechanical models (formulas)

Other

- indication of body contour and joints, reference lines/angles/landmarks etc., in anthropometric respect (e.g. heel and vertex if hair and shoes exist, frankfurt plane, location of shoulder point, grip point, etc.)
- excessive abdomen, pregnancy?
- internal structures (e.g., bone, muscle, fat)
- clothing (e.g. light, heavy, arctic, protective, military-special protective, personal armour)

8. General requirements for the usability of manikins

(factors affecting the acceptability of the use of manikins in the design process)

Learning

- learning time (e.g. general structure, number of items to select, difficulty of decisions)
- response time to operations (visual feedback)
- consistency with other design programs or ergonomic/human factors applications

Ease of routines (effectiveness)

- access to and from the design program (ease of transferring manikin/environment from program application to another, if needed)
- interactivity between manipulation of the manikin and modification of the environment (possibility of performing both at the same time)

- ease of manipulation of the postures (e.g. in reaching operations)
 - ease of quick changing between standing and sitting, or other basic/library posture options
 - ease of positioning the manikin, e.g. in respect to the reference points (SRP, SIP, etc.)
- Ease of making anthropometric selections/decisions
- ease of selection of the needed percentile combinations / ease of manipulation of the dimensions
- Ease of visual judgements
- ease of perceiving the dimensions (quality of contour lines, landmarks, etc.)
 - displaying of e.g. viewing fields, reach zones, comfort zones
 - ease of perceiving the movements (indication of the operated joint angles in 3-D manikins)

9. Requirements for the documentation of the manikins

(documentation for which the developer of the manikin is responsible)

Field of use

- intended use of the manikin
- limitations in the use (from anthropometric point of view)
- etc.

Validation, verification

- anthropometry
 - what anthropometric sources/populations are used
 - what are the differences/errors (in \pm % / cm / mm) between the manikin and the sources, in central dimensions, in central postures, in central percentiles
 - etc.
- biomechanics
 - what biomechanical models/formulas are used
 - what strength data/values are used
 - what are the differences/errors between outcome of the manikin and original reference values, in central postures
 - etc.

User guidance

(in addition to technical manual)

- in anthropometric respect
 - e.g. how to select percentile options for a specific evaluation tasks
- in biomechanical respect
- etc., in respect to a great many of the aspects described in this draft

Martti Launis, 19. 8. 1997, a preliminary draft for the ad-hoc group (manikin1.doc)

Peter Jones-edited and modified 20 08 97

Martti Launis, some minor additions 22 08 97 (manikin2.doc)

Peter Jones-re-write-"English version" 28 08 97 (MANIKIN3/Macv)

Martti Launis, minor changes, 28 08 97 (manikin3.doc)

Draft document for presentation at Loughborough meeting Sept. 22-24, 1997

CEN/TC 122/WG 1

Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery"

業務項目：「機械の安全性—人体計測—機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法」

まえがき

この規格案は1996年9月に Trondheim で行なわれた会議で発表されたチェックリストとは異なった視点で書かれている。Trondheim 会議では、アドホックグループがより良い案を作成することが出来るようにとの期待を込めて、委員会のメンバーから貴重な意見が寄せられた。この発展的分野は急激に進歩しているため、マネキン自体の構造と寸法をきちんと規定する事は難しい。さらに、ヨーロッパ人の人体計測データが不足しているため仕様を定義することを阻害している。しかしながら、コンピュータマネキンについての基本的な最低限の要求事項 (minimum requirements) について創案することは可能である。

我々は規格を次の2つの部分に分けることを提案する。すなわち：

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, Part 1: General requirements (第1部：一般要求事項)

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, Part 2: Structures and dimensions (第2部：構造と寸法)

第2部については、ヨーロッパ人の人体計測データが特定された後もしくは、次世代マネキンへの要求事項が決まった後の作業と考えてもよいだろう。

一つの重要な論点は、この規格の中での生体力学の役割である。既存のコンピ

ユータマネキンの多くはいくらかの生体力学的要素を含んでいる。しかし、標準化の観点から見た場合に、この分野があまりにも精密さに欠けているか、或いは、あまりにも複雑すぎる点が問題となるであろう。もし、複雑な要素が包含された場合には、規格の作成が遅延する危険性がでてくるだろう。しかしながら、現在の規格案に生体力学を含めることによって、マネキンの構造と応用における生体力学の適切な役割を示す事になるだろう。

Part 1: General requirements (第1部：一般要求事項)

(序文、適用範囲、構成と主な内容—規格案/規格案作成のためのチェックリスト)

1. 序文

コンピュータマネキンとは、図像化および、コンピュータ上に作られた物理環境や物体の人間工学的評価を行なう事を目的とした人体の電子的モデルである。例えば、マネキンはワークステーション、機械類、作業設備などのデザインを人体計測学的、姿勢的、機能的又は生体力学的に評価する手段である。いくつかの人間工学的要素(例：人体計測と姿勢)が一つのタイプのデザイン検査や評価に統合されれば、マネキンは効果的なツールとなる。マネキンはまた、どんな応用にも適する普遍的で柔軟性のあるデザインツールでもある。新しいタイプの機械類が実用化されたとき、特定の寸法規格はそれら全てのものに対して役に立つとは限らないだろう。このような状況下では、マネキンは対象となるユーザにデザインを適合させるための有用なツールである。

現在利用されているマネキンはその機能や特徴、忠実度や使い易さによって様々である。現在の開発段階では、最も高性能なマネキンは強力なハードウェアとユーザへの特別な訓練を必要とするだろうし、反対に、最も単純なものは使い易いがデザインするためには限られた価値しかないだろう。人間の身体全体のモデルであればあまり細部にこだわる必要はないだろうが、例えば手のように、ある特定の部位のモデルの場合には、その部位によって操作される物体を評価するために、さらに属性を加える必要があるだろう。デザイン作業のためのマネキンの選択の大部分は、これらの異なった特徴の間でのトレードオフをとることと言っても良いだろう。

この規格は、使い易さと構造的複雑さ、または機能の多様性への制限の確保を考慮しつつ、機械類のデザインのためのコンピュータマネキンが人体計測学的及び生体力学的側面から正確で信頼性が高いものであることを確実にすること

を目的としている。もう一つの目的は、マネキンのユーザが、異なったタイプのマネキンを使うことによって起こる可能性のあるエラーや、限界を知ることができるようにすることである。

2. 適用範囲

本欧州規格は機械設備における作業空間の設計と評価を目的としたコンピュータマネキンのための一般的要求事項を確立するものである。これらはマネキンが表現する人体と対象ユーザ群の範囲での、マネキンの人体計測学的及び生体力学的特性に関する要求事項である。この規格は、マネキンの特性やユーザへのガイダンスに関して記載する際の要求事項も規定する。

この規格は、主にマネキンの開発者を対象にしている。これはある特定の目的のためにマネキンを選択する時や、マネキンの使い易さや信頼度を評価する時のユーザズガイドとしても使用できるだろう。

3. 関連規格

4. 定義

- コンピュータマネキン（マンモデル）：人体の電子的モデル
- その他

5. マネキンの目的

（デザインの人体計測学的な考慮を確保するためにマネキンが必要とされる状況等の解説）

- マネキン使用による総体的な利益
 - 共通の評価のためのデザインの可視化（複数の専門家やユーザの間の協力）
 - 迅速な評価（電子的環境モデルの存在等を条件に）
 - 様々な寸法オプションの迅速な決定（色々なユーザグループ、姿勢のオプション、構造的解決法や、調整オプションのため）
 - その他

- マネキンを使用することへの特別なニーズに寄与する要因
 - デザインの新奇さ（推奨寸法の不足、全面的な評価のための標準解決法を見つける困難さ）
 - 構成的要素；対象物のサイズ、複雑さ等（実物大モデル構築の困難さ）
 - 作業の限界寸法（適合、リーチ等）
 - デザインの概念決定段階で寸法を検討することの必要性
 - フルスケールテストのために寸法的に適切なモックアップ、シミュレーター等を構築することの必要性
 - 代表的な被験者の不足
 - その他

6. マネキンの種類と使用される分野

- 幾何学的表示
 - 2次元マネキン（人体テンプレート）／目的、使用対象、限界等について（下記参照）
 - 3次元マネキン／目的等について
 - スティック、ワイヤーフレーム、表面、体積、立体／（上記と同様に続く）

動作能力

- 関節接合、可動関節と可動部位の数（例：首と胴体、手と指）
- 関節の動きの自由度（例：胴体；前屈／反り、ねじり）
- 制限（例：関節の動きの角度の限界）
- 動作シミュレーション（or アニメーション）の可能性、自動化されたシミュレーションのレベル：バランスコントロール、行動（着座、歩行、走行、掴むこと等）の自動化

人体計測学的多機能性

- パラメトリック／ノンパラメトリック
- 対象となるユーザ群の選択（ヨーロッパ人でなければ？）
人種を選択
- 性別の選択（作業者のみでなければ？）
- 年齢
- 共通のパーセントイルサイズを選択
- 典型的体型の選択（ソマトタイプ）
- パーセントイル値の限界の組み合わせの選択（最悪の事態）

- 身体の部分 (x, y, z) に対するパーセンタイル値の選択
- 幾何学的形状の修正 (尺度化 x, y, z に加えて)
モンテカルロ・モデリング、適応される集団の割合

生体力学的多機能性

- 2次元/3次元
- 静止/動態
- 重力、挙上/押し引き作業等
- アウトプット：絶対値/基準値(推奨値)との比較
- 最大の許容性の比率/能力のあるユーザの比率
- その他

----- (下記に関して) -----

目的

- 創案、デザイン、可視化、迅速評価、寸法評価、姿勢評価、動作のシミュレーションと評価、動作研究、生体力学的評価等

使用対象

- 据え付けワークステーション (静止姿勢、適合、リーチ、見ること)
- より大きな活動範囲 (動作、起立、歩行等)
- 特別な環境 (アクセス、通路、例外的姿勢と動作、例：屈んだ状態、ひざまずくこと等)
- その他

7. マネキンの精度に関する一般要求事項

(マネキンを使った解析及び測定の精度に影響を与える要因)

構造的要因

- リンク構造
- セグメンテーション (セグメントの幾何学的形状、動作の実寸法を満たす可動関節の変位、特に注意を必要とするポイント：肩、リーチにおける回転の中心の動き)
構造の階層 (ヒエラルキー)、動作の制限、動きのバランスの最適化
(ある部分が動いたときどのくらいの比率でその連動する部分を動か

せば良いか)

- 筋肉（と腹部）の圧縮／変形、例：臀部／大腿部：起立／着席時の皮膚と皮下組織が変形する — 異なった状況での形状のための様々なオブション／幾何学的形状の統合された特徴)

人体計測学的要因

- マネキンを用いて設計したものを使用するユーザ群についての選択されたデータのエラー
- 身体形状に関するデータ不足によるエラー
- 比率計算でのエラー（特に共通のパーセンタイルのマネキンでの stature path)
- 大ざっぱな幾何学的形状によるエラー（例：多面又はだ円体の形状)

生体力学的要因

- 身体部分質量データ
- セグメントの質量中心の変位
- セグメントの質量の配分
- 関節の回転力（トルク）のデータ（強度データ）
- 生体力学的モデル（公式）

その他

- 人体計測学的側面での身体輪郭と関節の表示、基準線／角度／ランドマーク等（例：頭髮と靴があるなら踵と頭頂、フランクフルトブレーン、肩峰点の位置、グリップポイント等）
- 極端にせりだした腹（妊娠？）
- 内部構造（例：骨、筋肉、脂肪）
- 衣服（例：軽い、重い、防寒用、保護用、軍事専用の保護服、武装用）

8. マネキンの使い易さに関する一般要求事項

（デザイン過程におけるマネキンの使用の受容度に影響を与える要因）

学習

- 学習時間（例：全体の構成、選択項目の数、決定の困難さ）
- 操作に対する反応時間（視覚的フィードバック）
- 他のデザインプログラム又は人間工学／ヒューマンファクターズ・アプリケーションとの整合性

通常業務のしやすさ（有効性）

- デザインプログラムとの間でのアクセスのし易さ（必要に応じて、マネキン/環境を一つのプログラムから別のプログラムへ移動することの容易さ）
- マネキンの操作と環境の修正の間の相互作用（両方の作業を同時に行うことが出来る可能性）
- 姿勢を変更するための操作の容易さ（例：リーチ操作）
- 起立と着座または、その他の基本的/ライブラリ姿勢オプション間での迅速な姿勢変更の容易さ
- マネキンの位置決定のし易さ、例えば、基準点（SRP, SIP等）に対しての位置

人体計測学的選択/決定の容易さ

- 必要とされるパーセンタイルの組合せの選択の容易さ/寸法を変更するための操作の容易さ

視覚的判断の容易さ

- 寸法の推測のし易さ（輪郭線、ランドマークの質等）
- 視界、到達可能範囲、快適範囲などの表示
- 動作の推測のし易さ（3次元マネキンで操作された関節角度の表示）

9. マネキンに関する記載についての要求事項 (マネキン開発者が責任を負う文書)

使用分野

- マネキンの使用目的
- 使用時の限定（人体計測学的観点から）
- その他

確証、検証

- 人体計測
 - どのような人体計測学的ソース/集団が使われたか
 - 主要な寸法、姿勢、パーセンタイル等でのマネキンと実物との違い/誤差（±%/cm/mm）はどの程度か
 - その他

- 生体力学
 - どのような生体力学的モデル／公式が使われたか
 - どのような強度データ／値が使われたか
 - 主要な姿勢での、マネキンによって得られた結果と実測による基準値との違い／誤差はどの程度か
 - その他

ユーザーガイダンス

(技術的なマニュアルに加えて)

- 人体計測学的には
 - 例：特定の評価作業のためのパーセントイルオプションの選択方法
- 生体力学的には
- その他—この規格案で説明された多くの要素について

Martti Launis, 19.8.1997, a preliminary draft for the ad-hoc group (manikin 1.doc)

Peter Jones - edited and modified 20.08.97

Martti Launis, some minor additions 22.08.97 (manikin 2.doc)

Peter Jones - re-write - "English version" 28.08.97 (MANIKIN3/Macv)

Martti Launis, minor changes, 28.08.97 (manikin3.doc)

日本語仮訳版：HQL(KY/EF/JN)

1.3.3 第23回 CEN/TC122/WG1 (9月22～24日、ラフボロー) 会議議事録

[添付資料]

・コンピュータ・マネキンの国際標準規格化および日本におけるコンピュータ・マネキン開発の状況 (CEN/TC122/WG1 会議用資料)

はじめに

本報告では、ISOのコンピュータマネキン規格に直接関係する議事である「Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery」(Draft agenda 参照)を中心に述べるが、他にも本件に関わる事項についても記してある。なお、後日当該CENの事務局であるMr. Butzから、本会議の正式な議事録が当方に郵送されてくることになっている。

会議内容

Draft agendaの順序で記す。

1. 会議開始宣言をProf. Juegensが行い、続いて会場となったLoughborough大学のHuman Science学部の沿革に関して説明があった。なお、この会議のホストは、当学部のProf. Peter Jonesである。Prof. Jonesによる事務的な説明の後、日本からISOのメンバーとして参加した鈴木専務と足立が紹介される。Draft agendaの順番変更(10を7の後にもっていく)に関して議長が提案し、承認される。
2. 全員一致で承認される。
3. Mr. Butzにより、Editing Committeeがうまく機能しているとの説明があった。
4. 全員一致で承認される。
5. Tampere会議の概要説明(Prof. Juegens)。資料としては、N252とN258。この会議において、当WG(CEN/TC122/WG1)に直接関係する最も重要な討議事項は、ISOにおける対応WGであるCEN/TC122/WG1と本WG間の意見調整であった。本会議の前に、ISO側の当該WGのメンバーと会合をもった。そこでは、コンピュータマネキンの規格および人体計測値データベースの規格に関して、CENとISOが協力して作成するということが承認された。ただし、前者に関してはCENが、後者に関してはISOがリーダーシップをとる。その結果、ここに日本からの参加者を迎え、今日からコンピュータマネキンに関して積極的に共同で企画作りに取り組むことになる。データベースに関して、おそらく各企業では、ローカルなデータベースに関心があるだろうということから、どのようにデータベースをセットアップするかということの基本原則をまずはじめに作る。すなわち、定義やサンプリングに関する取り決めを行いさらに、データベースの互換性も設定しなくてはならない。具体的には、Basic standardをつくり、次に発展させてRegionalな(対象を様々な集団に絞った)データベースにするというのはいかがでしょうか。
(Mr. Butz) CEN側で提示したデータベースに関するNew proposalと、ISO側の当該NP15535間には内容にかなり相違点があり、CENのものは不十分であるとISOのConvenorである井谷教授から指摘があった。これは、ISOから送ったAppendixにある。
(鈴木専務)ISOにおけるNew Working Itemsの説明。NP15532 Anthropometric principles and data for safety distancesに関しては、TampereでMr. Butzが指摘したようにこのDIS(Draft of International Standard)はISO/TC199でも審議中であった。
(Mr. Butz) これは、同僚のMr. Saeltzerが担当しているが、わたしも気付いた。ISO/TC199/N77の資料(1982年3月15日)によると、Work itemとして設定され、表題はSafety distances of technical products of all kinds and the safety devicesである。しかしこの目的を見ると、TC159で行おうとしているものと内容が違うようである。さらにCENにおける関連規格のリストを紹介した。
(Mr. Gray) 同様の内容を別の規格団体(ISO, DINなど)のでも討議していることがあるかもしれないので、他の規格団体のWGと密に連絡を取る必要がある。
6. 7250規格の成立のいきさつの説明(Mr. Butz)。ISO規格の7250は、昨年やっとできあがったが、

これを CEN でも受け入れて同じ規格を CEN でも出版するという点に関して問題があった。すでに CEN では PIN979 という違う番号をもった同様の規格があった。内容に関して討議した結果、ISO と同じ番号でこの 6 月か 7 月に出版された。これにしたがってデータ収集をする必要がある。

7. データに関して、訂正の要求がスペインの委員から出された。

(Mr. Butz) 全員が同意すればデータを変えられる。

担当者注：この項目の他の討議事項に関しては、本件と直接関係ないので省略する。

10. (Prof. Juegens)本コンピュータマネキンに関しては、フィンランドの Mr. Launis、スウェーデンの Prof. Oertengren、英国の Prof. Jones によるサブグループ (アドホックグループ) が、審議資料として「Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery (邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法)」をまとめてくれた。この資料を提出してくれた Mr. Launis に説明してもらう。

(Mr. Launis)(本資料ができるまでのいきさつの説明) 2つの部分に分けるのが適切と考えた。すなわち、Part 1: General requirements と Part 2: Structures and dimensions である。ここでは、まだ前者に関してしか記していない。

(Prof. Jones による補足説明)E-mail を使用して議論した。

(Prof. Oertengren による補足説明)

(Prof. Juegens)はじめに質問があるが、そもそも、この規格は、デザイナーとかいったマネキンのユーザーのためのものなのか、それともマネキンの製作者のためのものなのかということである。さらに、バイオメカニクスを考慮すべきかということも問題である。バイオメカニクスでは、動作、外力等を扱うが、外力等はともかく、動作に関しては人体計測が直接関わってくる。したがって、マネキンでは標準的な動作も考慮するということから、バイオメカニクスにおけるこの分野まで範囲に入れる必要があると思う。

(他の委員の意見) それに同意する。動作によって体型がかなり変わるので当然考慮すべきだと思う。

(Prof. Juegens)たとえば、直立して上肢を下垂させた状態で上肢長を測定する。つぎに上肢を前方につきだした状態で上肢長を測定する。私の場合では、後者の方が 7.5cm 長くなる。上肢長とはではいったい何であるか。これはバイオメカニクス (生体力学) なのかアントロポメトリック (人体計測) なのか。それなら、リストには、2つのデータすなわち上肢を下垂した状態と前方につきだした状態の測定値があるとしよう。この間の動作に着目したい場合にはどうしたらよいか。2つの姿勢の状態だけでは不十分である。つまり四肢の動作もコンピュータマネキンはできなくてはいけないと考える。また、スティックピクチャーによるマネキンも市場に出回っているが、たとえば関節がピンジョイントなので、肩関節の動きなどは現実をまったく反映していない。私たちはコンピュータマネキンに対して様々に異なった哲学をもっている。

(Prof. Jones)Minimum requirements を決めることが大切。

(Mr. Butz)人間工学的見地からは、Optimum requirements を決めることが大切。

(Mr. Gray)しかし、平均では製品を作らない。分散が必要。

(Prof. Juegens)また、粗悪なコンピュータマネキンを規格に含まれる Basic rule でいかに排除するかということも考えなくてはならない。

(Mr. Launis)そのようなマネキンでも十分な分野もある。

(Prof. Juegens)しかしそれは特殊な場合で、一般的にはあてはまらない。

他にも、次のような意見が各委員から出された。

- ・人体計測値をどのように使用するのかということが問題である。
- ・画面中のマネキンをどのように操作したらよいか決める必要がある。

(Prof. Juegens)鈴木専務はどのような意見をお持ちか。

(鈴木専務)こちらでも日本と同じようになかなか意見がまとまっていないので安心した。しかしいくつかの点で異なった意見を持っているので、ここで、こちらでまとめた ISO の意見を足立が手短かに説

明する。

(CEN用にまとめた「コンピュータマネキンの国際規格化に関する現状」に関する足立の説明)

(Prof. Juegens)これを見ると日本側の意見はひとつにまとまっているようであるが。

(足立) 実際には様々な意見が出たが、現時点ではこのようにまとめることができた。

(Prof. Juegens)さて、ではディスカッションに入ろうと思う。実際に、現在世界で約120あるコンピュータマネキンに対して、これらのうちからはたして規格を導き出すことができるのであろうか。日本側の意見では適用範囲を広く設定しているが、こちらのものはあくまでMachineryにおけるマネキンを考えている。コンピュータマネキンが使われるようになってきたとはいえ、2次元のテンプレートの需要は毎年増え続けている。また、被験者の選択に関しても問題がある。先程も述べたが、この規格の、マネキンのユーザーとマネキンの製作者に対する比重配分を考えなくてはならない。ユーザーの方に比重を置くべきと考える。

さらに各委員の意見としては次のようなものがあった。

- ・コンピュータマネキンは、ワークスペースのテストツールとして位置づける。
- ・コンピュータマネキンは知性の足りない部分を補うことはできない。

[昼食]

ここからは、「Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery (邦訳：機械の安全性・人体計測・機械設備における作業空間設計と評価のためのコンピュータマネキンの構造と寸法)」をたたき台にして、各委員の経験から意見を述べあっていると思う。

はじめに、このPart1とPart2に分けることに関して意見はあるか？

(同意が得られないまま、Scopeの議論になってしまった。)

(Mr. Butz) Scopeに関して、CENの表題にはwork space at machineryとあり、マネキンがこの目的のために特化しているがISOではもっと広範囲なScopeを考えているようだが。

(鈴木専務) そのとおり。

(結局、CEN内部でも意見が百出し、まとまらない。)

(Prof. Juegens)いずれにせよマネキンのユーザーに直接関係する規格とし、マネキンの製造者には間接的に関わる規格とすることを念頭に置いて、はじめのPart 1とPart 2に分ける件に関して意見を聞きたい。

これで行くことに同意するか。

(同意する。)

(その後、各委員から出た意見は、人体計測のデータベースに関することであった。)

(Prof. Juegens)人体計測のデータベースに関して、井谷教授の指摘によると、データベースの最初のステップは、測定方法の説明、測定内容の説明である。ここで問題となるのは、すでにあるデータをどのように結合させるかということである。一方では、光学的な方法による計測法をどのように扱うかということである。これらのデータを統合してマネキンに利用することになる。すなわちPart 2でこれを考える。ここでちょっと一般的な質問がある。普通、何かを標準化しようとする場合、対象となるものは世界中にたくさん存在する。マネキンの場合では、100以上あるが現在実用化されているのは10程度である。これらを標準化することになる。各マネキンはそれぞれ特定の目的のために特化している。ユーザーは、マニュアルを見ながらそれら进行操作する。その場合ここで作るような規格はユーザーの手助けになるのだろうか。そのような規格は最低の要望を規定しているし、一般的な内容である。このようなものがユーザーの役に立つだろうか。このようにユニークなものの標準化はそもそもできるのだろうか。マネキンには、サーマルマネキンとか衝突実験用マネキンとか振動試験用マネキンとか様々な用途がある。

(他の委員の意見)

(Prof. Juegens)いずれにしても規格を行わなければならない。では、Part 1: General requirementsから始める。では、2. Scopeはこのままでよいと思う。4. Definitionsでは、まずマネキンはelectronicではな

い。すべての Physiological function は含めない。Computer Manikin の定義：Computer representation of the static and functional anthropometrics of the human body

(鈴木専務) 視野はどうするのか？

(Prof. Juegens) これは、他の WG でやっているのだから、それらとの共同作業になると思うが、後でこのコンピュータマネキンに加える機能になるだろう。5. Purpose of the manikins の General benefits は、Introduction に入れる。

(質問) これは EN614 (General Ergonomic Standard) に関係しないか。

(Prof. Juegens) どのようなデータが使用されたかを明確にする必要がある。Factors contributing について、これ以外に Factor はあるか。(cost は?)

6. Types of manikins and their field of use 以下の項目に関して、委員からはバラバラな意見の追加があった。結局、Prof. Juegens の提案により、この案(Draft)に対する各委員の意見を文書にして10月31日までに Prof. Juegens に送ることとなった。

日本からの参加者に関しては、英文による ISO の意見書 (以下の添付資料) が効を奏し、この WG 内のコンピュータマネキン専従班 (Ad hoc group、フィンランドの Mr. Launis、スウェーデンの Prof. Oertengren、英国の Prof. Jones) に加えてもらえることになった。この班内の通信は E-mail で行う。各委員の E-mail アドレスは以下の通り。(各委員は平等であるが、Mr. Launis をリーダーとする。)

Mr. Launis mlau @ occuphealth.fi

Prof. Jones p.r.m.jones @ lboro.ac.uk

Prof. Oertengren orten @ ip.chalmers.se

期日に関して：

全メンバーから10月31日までに送られてきたコメントをまとめ、さらにコメントを加えて12月までに原稿を作る。これを1月末までにチェックしてまとめ、2月に原稿を完成させる。3月のSalzburgでの会議の際に検討を行う。

1.3.4 会議参加者および議事録



CEN/TC 122/WG 1 N 267

R E P O R T

of the 23rd meeting of CEN/TC 122/WG 1 'Anthropometry' held in
Loughborough, United Kingdom, from 22 to 24 September, 1997

Contents	Page
Attendance list	2
Agenda	3
Report	4 to 10

Attendance list

Dr. Kazutaka Adachi	University of Tsukuba, Japan
Vibeke Andersen	Danish Working Environment Service, Copenhagen, Denmark
Mats Bjurvald	National Board of Occupational Safety and Health, Solna, Sweden
Antonio Carmona	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Sevilla, Spain
Dr. Elisabeth Fernström	Future, Stockholm, Sweden
Mike Gray	Health and Safety Executive, Sheffield, United Kingdom
Prof. Peter Jones	Loughborough University, United Kingdom
Prof. Hans W. Jürgens (Convener)	Neue Universität, Kiel, Germany
Martti Launis	Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland
Prof. Roland Örtengren	Chalmers University, Göteborg, Sweden
Kazushige Suzuki	Research Institute of Human Engineering for Quality Life, Osaka, Japan
Bernard Vandevyver	Institut National de Recherche et de Securite (INRS), Paris, France
Carola Vincent	Centre Technique du Bois et de L'Ameublement, Paris, France
Michael Wichtl	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Wien, Austria
Dr. Jörg Windberg	Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, Germany
Norbert Butz	DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Germany

Agenda

- 1 Opening of the meeting
- 2 Approval of the draft agenda
- 3 Appointment of an Editing Committee for drafting the resolutions
- 4 Approval of the report of the 22nd meeting of CEN/TC 122/WG 1 held in Cadenabbia, Italy, from 12 to 13 May, 1997 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 250)
- 5 Report on the results of the plenary meeting of ISO/TC 159/SC 3 'Anthropometry and Biomechanics' held in Tampere, Finland on 1997-06-25/26 (see doc. CEN/TC 122 WG 1 N 252 and N 258)
- 6 Status of the project:

EN/ISO 7250 Definitions of basic human body measurements for technological design (ISO 7250:1996)
- 7 Project 'Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery' (see docs. CEN/TC 122/WG 1 N 244, N 253, N 255 and N 256)
- 8 Project 'Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery'
- 9 Project 'Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs' (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 212)
- 10 Technical Report 'Notations for physical dimensions and anthropometric body measurements'
- 11 Establishment of a European anthropometric database for all age groups (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 251)
- 12 Project 'Safeguarding crushing points by means of a limitation of the active forces
- 13 Allocation of work to the experts of WG 1
- 14 Other business
- 15 Approval of resolutions
- 16 Dates and places of the next meetings
- 17 Closing of the meeting

Report

1 Opening of the meeting

Prof. Hans W. Jürgens opened the meeting and welcomed the experts of CEN/TC 122/WG 1 'Anthropometry'.

Prof. Roy Kalawski welcomed the experts on behalf of the Department of Human Sciences at the Loughborough University. He wished them a successful meeting.

2 Approval of the draft agenda

The agenda as given on page 3 was approved.

3 Appointment of an Editing Committee for drafting the resolutions

Mr. Mike Gray (United Kingdom), Mr. Bernard Vandevyver (France) and Dr. Hans Jörg Windberg (Germany) were appointed to draft the resolutions of this meeting.

4 Approval of the report of the 22nd meeting of CEN/TC 122/WG 1 held in Cadenabbia, Italy, from 12 to 13 May, 1997 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 250)

The report of the 22nd meeting of CEN/TC 122/WG 1 'Anthropometry' held in Cadenabbia, Italy, from 12 to 13 May, 1997 was approved without amendment.

5 Report on the results of the eleventh plenary meeting of ISO/TC 159/SC 3 'Anthropometry and Biomechanics' held in Tampere, Finland, on 1997-06-25/26

Prof. Hans W. Jürgens and Mr. Kazushige Suzuki reported on the results of the 11th plenary meeting of ISO/TC 159/SC 3 'Anthropometry and Biomechanics' held in Tampere, Finland, on 1997-06-25/26 as follows:

1) ISO/TC 159/SC 3 agreed:

- to allocate the New Work Item Proposals ISO/NP 15535 'Anthropometric database' and ISO/NP 15536 'Ergonomics - Computer manikins and body templates' to ISO/TC 159/SC 3/WG 1;
- to adopt the new titles of three New Work Items as follows:
 - ISO/NP 12892 'Ergonomics - Reach envelopes'
 - ISO/NP 14738 'Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery'
 - ISO/NP 15537 'Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs'

- 2) As CEN/TC 122 'Ergonomics' has already prepared European Standards relating to ISO/NP 15534 'Ergonomics - Access dimensions for the design of machinery', ISO/TC 159/SC 3 will request ISO Central Secretariat to initiate fast track procedures for the adoption of EN 547 Parts 1 to 3 as ISO Standards.
- 3) ISO/NP 15535 'Anthropometric database' will be dealt with by ISO/TC 159/SC 3. Although, there is a CEN Work Item with a similar title, it was considered that the contents are different.
- 4) ISO/NP 15536 'Ergonomics - Computer manikins and body templates' will be discussed under the leadership of CEN/TC 122/WG 1 'Anthropometry'. As some member countries of ISO/TC 159/SC 3 show interest in the activity, ISO/TC 159/SC 3 will nominate liaison representatives to the relating meetings of CEN/TC 122/WG 1.
- 5) If ISO/NP 15532 'Anthropometric principles and data for safety distances' has already been dealt with by another ISO Committee (e.g. by ISO/TC 199 'Safety of machinery'). The Secretariat of ISO/TC 159/SC 3 will contact the Secretariat of ISO/TC 159 'Ergonomics' and the ISO Committee which is handling the Work Item, as well as the ISO Central Secretariat, to discuss how to deal with ISO/NP 15532.

For further information see document CEN/TC 122/WG 1 N 258.

Concerning ISO/NP 15532, Mr. N. Butz reported that the envisaged International Standard should specify human body measurements as basis for the establishment of safety distances (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 264).

ISO/TC 199 'Safety of machinery' has produced the following International Standards/Draft International Standard:

- a) ISO 13852:1996 'Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs' (Identical with EN 294:1992)
- b) ISO/DIS 13853:1997 'Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs' (Identical with EN 811:1996)
- c) ISO 13854:1996 'Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body' (Identical with EN 349:1993).

Mr. K. Suzuki requested the member bodies of ISO/TC 159/SC 3 to nominate experts for the Work Items

- ISO/NP 15535 'Anthropometric database', and

- ISO/NP 15536 'Ergonomics - Computer manikins and body templates',

which have been allocated to ISO/TC 159/SC 3/WG 1. The experts should be nominated to the Secretariat of ISO/TC 159/SC 3 by 24 October 1997 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 258).

6 Status of the project EN ISO 7250 'Definitions of basic human body measurements for technological design' (ISO 7250:1996)

Mr. N. Butz reported that the European Standard EN ISO 7250 'Definitions of basic human body measurements for technological design' (ISO 7250:1996) has been ratified by the CEN Technical Board on 1997-06-12.

The European Standard has been prepared in co-operation with CEN/TC 122 'Ergonomics', and supercedes the Draft European Standard prEN 979.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by January 1998, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by January 1998.

7 Project 'Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery' (see docs. CEN/TC 122/WG 1 N 244, N 253, N 255 and N 256)

The manuscripts of the Draft European Standard on 'Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery' (English, French and German versions) have been distributed to the experts of CEN/TC 122/WG 1 on 1997-09-10 (see docs. CEN/TC 122/WG 1 N 255 and N 256).

Mr. Antonio Carmona informed the experts of CEN/TC 122/WG 1 that a new anthropometric survey in Spain revealed that the Value P5 for "b₂ Grip reach; forward reach" (see Table A.1 in Annex A "Anthropometric data") is 606 mm.

Therefore, the experts of CEN/TC 122/WG 1 agreed to change the value P 5 for "b₂ Grip reach; forward reach" from 615 mm to 605 mm.

Further amendments in doc. CEN/TC 122/WG 1 N 255 are as follows:

- a) Table 4 'Sitting, working area limits for arms'
The value for C₂ was changed from 425 mm to 415 mm
- b) Table 6 'Raised sitting, space requirements for legs and feet'
The value for B was changed from 1040 mm to 1094 mm ($B = 2 C = 2 \cdot 547 \text{ mm} = 1094 \text{ mm}$).

The CEN Central Secretariat will be requested to submit the revised manuscripts to the CEN Members for CEN enquiry.

8 Project 'Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery'

At the last meeting of CEN/TC 122/WG 1 held in Cadenabbia on 1997-05-12/13, Prof. P. Jones, Mr. M. Launis and Prof. R. Örtengren had been requested to prepare the scope and structure of the envisaged European Standard on Computer Manikins for the Design and Evaluation of Work Space at Machinery.

The draft prepared by the Ad hoc Group was presented to the experts of CEN/TC 122/WG 1 by Mr. Martti Launis (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 257).

The Ad hoc Group has suggested that the European Standard 'Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery' be divided into the following Parts:

- Part 1: General requirements
- Part 2: Structures and dimensions.

The above draft was discussed in detail at the meeting in Loughborough and appropriate amendments have been agreed. The Ad hoc Group (Dr. Kazutaka Adachi, Prof. Peter Jones, Mr. Martti Launis and Prof. Roland Örtengren) will revise the draft in accordance with the results of discussion.

The experts of CEN/TC 122/WG 1 have been requested to send any comments on the draft to Mr. Martti Launis (Telefax: +3 58-9-2 41 46 34) by 31 October 1997.

Comments on this projects have been received from Mr. Nico Dellemann, Netherlands (see Annex 3 of doc. CEN/TC 122/WG 1 N 265).

Dr. K. Adachi presented the current status of international standardization of computer manikins prepared by the Japanese Ergonomics Committee (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 263).

9 Project 'Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs' (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 212)

Mr. Mats Bjurvald presented his comments on the Working Draft 'Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs'.

He recommended that persons with different acquaintance with the product in question are engaged for the test. When analyzing the test data, a difference is to be made between experienced and unexperienced test persons, concerning the use of the product or design under test. The test results shall be weighted, giving the data of the unexperienced test person the value of 0,8 of the value of the experienced one (for further information see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 262).

The experts of CEN/TC 122/WG 1 agreed to establish a Sub-Group (Mrs. V. Andersen, Mr. M. Bjurvald, Mr. M. Wichtl and Dr. Hans J. Windberg) with the task to prepare the text for the Draft European Standard/Draft International Standard.

In accordance with the Vienna Agreement, it has been agreed, to submit these drafts for parallel voting - to the CEN Members and to the member bodies of ISO/TC 159/SC 3 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 258).

10 Technical Report 'Notations for physical dimensions and anthropometric body measurements'

Prof. Roland Örtengren and Mrs. Vibeke Andersen tabled a draft for a CEN Report on 'Notations for physical dimensions and anthropometric body measurements' (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 261).

The purpose of this document is to explain the use of notations for physical dimensions at workplaces (reach distances, space requirements, passages, openings, etc.) and anthropometric measurements in EN 547 Parts 1 to 3.

The experts of CEN/TC 122/WG 1 are requested to check the above document and send any comments to Prof. R. Örtengren by 31 December 1997.

Mr. N. Butz is requested to send a good example of a CEN Report to Mrs. V. Andersen and Prof. R. Örtengren. Mrs. V. Andersen and Prof. R. Örtengren will revise the document on the basis of comments received.

11 Establishment of a European anthropometric database for all age groups

The proposed contents of the Work Item ISO/NP 15535 'Anthropometric database' had been prepared by Prof. Toru Itani, Chairman of ISO/TC 159/SC 3 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 251).

The experts of CEN/TC 122/WG 1 agreed to establish a Sub-Group (Mrs. Greta Bolstad, Mrs. Carola Vincent, Mr. Mike Gray and Prof. Peter Jones) with the task to prepare a first Working Draft on the 'European anthropometric database for all age groups', incorporating the contents of document CEN/TC 122/WG 1 N 232.

Prof. Hans W. Jürgens proposed that every CEN member should try to provide the anthropometric data of their own population.

The experts of CEN/TC 122/WG 1 are requested to send any comments on this Work Item to Prof. P. Jones by 31 December 1997.

12 Project 'Safeguarding crushing points by means of a limitation of the active forces'

Mr. Mike Gray reported on the results of an investigation on safeguarding crushing points for doors which close automatically at the Health and Safety Executive Laboratories in Sheffield, United Kingdom.

Prof. Hans W. Jürgens reported that a document has been prepared in Germany on a literature review and comparison of available data concerning forces to which people can be exposed without risk of injury (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 234). He proposed that an attempt should be made in every European country to analyse the specific accidents. He emphasized the lack of funding for pre-normative research on this subject.

13 Allocation of work to the experts of WG 1

- 1) Mrs. V. Andersen and Prof. R. Örtengren are requested to prepare a CEN Report on the notation system for the European Standards EN 547 Parts 1 to 3. The experts of WG 1 are requested to send any comments on document CEN/TC 122/WG 1 N 261 to Prof. R. Örtengren by 31 December 1997.
- 2) Mrs. V. Andersen, Mr. M. Bjurvald, Mr. M. Wichtl and Dr. Hans J. Winöberg are requested to prepare the text for the Draft European Standard/Draft International Standard on the 'Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs'.
- 3) Dr. K. Adachi, Prof. P. Jones, Mr. M. Launis and Prof. R. Örtengren are requested to revise the Working Draft on 'Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery' in accordance with the results of discussion at the meeting of WG 1 held in Loughborough.

The experts of WG 1 are requested to send any comments on document CEN/TC 122/WG 1 N 257 to Mr. Martti Launis (Fax: +3 58-9-2 41 46 34) by 31 October 1997.

- 4) Mrs. G. Bolstad, Mrs. C. Vincent, Mr. M. Gray and Prof. P. Jones are requested to prepare a first Working Draft on the 'Establishment of a European anthropometric database for all age groups'.

The experts of WG 1 are requested to send any comments on this Work Item to Prof. P. Jones (Fax: +44 -15 09 22 30 03) by 31 December 1997.

14 Other business

- 1) Mr. N. Butz informed the experts of WG 1 that the next plenary meeting of CEN/TC 122 'Ergonomics' will be held in Madrid, Spain, from 11 to 13 March, 1998.
- 2) Mrs. V. Andersen presented a publication with the title 'Inappropriately Applying Anthropometric Methods for Ergonomic Design Testing' by Kristie J. Nemeth and Marvin J. Dainoff, Centre for Ergonomic Research, Miami University, Oxford Ohio, USA (Annex 1 of doc. CEN/TC 122/WG 1 N 260).
- 3) Mrs. V. Andersen informed the experts of WG 1 on a letter received from the Romanian Institute for Standardization concerning the scope and application of EN 547 Parts 1 to 3 (see Annex 2 of doc. CEN/TC 122/WG 1 N 266). Prof. H. W. Jürgens agreed to answer this letter.

15 Approval of resolutions

No resolutions have been required.

16 Dates and places of the next meetings of WG 1

- 1) A joint meeting of CEN/TC 122/WG 1 'Anthropometry' and CEN/TC 122/WG 4 'Biomechanics' will be held in Salzburg, Austria, from 23 to 24 March, 1998.
- 2) The 25th meeting of CEN/TC 122/WG 1 will be held in France from 28 to 29 September, 1998.

17 Closing of the meeting

On behalf of the experts, Prof. Hans W. Jürgens expressed his thanks to Prof. Peter Jones and Mrs. Inga Whitehouse for the most cordial hospitality in arranging the meeting of CEN/TC 122/ WG 1 at the Loughborough University. He then thanked the experts of WG 1 for their valuable contributions and closed the meeting.

N. Butz

Prof. Hans. W. Jürgens

but/mgi
1997-10-17

1.3.5 コンピュータ・マネキンの国際標準規格化および日本におけるコンピュータ・マネキン開発の状況 (CEN/TC122/WG1 会議用資料)

Current status of international standardization for computer manikins (for CEN/TC122/WG1)

1997 9 22~24

Research Institute of Human Engineering for Quality Life

1. Introduction

Although most systems simulating human movements on computer were offered in the field of computer graphics (CG), these systems mainly reproduced approximated images of human movement, and were unable from the standpoint of dimensions and mechanics to reproduce assessments of movement characteristics that went along with using products like assessments on compatibility with products and environments. This led to development in R&D institutions around the world of computer manikins for ergonomically assessing product designs and work spaces based on manikins equipped with data related to specific human forms. Unfortunately it was hard to compare assessment results for all types of computer manikins because of wide variation in the quality and functions of individual programs, and international standardization of computer manikins was sorely needed. To that end, we are conducting research and development aimed at enacting ISONP15536 Computer manikins and body templates based on survey (*1) and international standardization (*2) study projects for computer mannequins.

This paper offers ISO/TC159/SC3 liaison experts attending the CEN/TC122/WG1 Conference an overview on the current status of ISO and CEN standardization for the computer manikins examined through these projects as well as the current status of research and development on computer manikins in Japan.

(*1) Survey Study Project on Computer manikins [4/1/1996 to 3/31/1997]

(*2) International Standardization Study Project on Computer manikins[4/1/1997 to 3/31/1998]

2. Current status of international standardization for computer manikins

2-1. History of ISO standardization for computer manikin

The history of ISO standardization for computer manikins is outlined below.

(1) Computer mannequin standardization has been debated from the beginning, but was set back by sluggish SC3 activities.

(2) In July 1995, questionnaires sent to SC3 P members in an effort to survey whether several tabled work items including computer manikins would be targeted for study in the future led to the conclusion that these items needed to be pursued.

(3) In September 1995, the results of the above questionnaire were confirmed at the 10th TC159/SC3 Plenary Meeting held in Berlin.

(4) Seven issues were raised to the level of work items based on SC3 P member voting implemented between May and August of 1996.

(7) The voting results prompted registration of this issue with the ISO Central Secretariat in October 1996 as NP15536 Computer manikins and Body Templates.

(8) In June 1997, it was decided at the 11th TC159/SC3 Plenary Meeting held in Tampere, Finland that CEN (European Committee for Standardization)/TC122/WG1 who had already initiated standardization activities in line with the Vienna Agreement would assume a leadership role on this work item, and that the ISO would cooperate with standardization by assigning liaison experts to the CEN Committee.

2-2. Adjusting the definition of computer manikins

Technology for daily life, work and other environments as well as for the products used in those

environments is rapidly advancing on the one hand. On the other hand, we now see drawbacks like mishandling, misjudgment, accidents and the negative impact on health that result because these environments and products are not compatible with humans, and the drawbacks are further exacerbated by a rapidly aging society. It is therefore essential that we understand the characteristics of the people who use the products and that we develop technology for pre-assessing human compatibility if we hope to maintain safe daily life and working environments by eliminating accidents and stress before they occur due to mismatches between human and product environments as we master more diverse and sophisticated products. Computer manikins are one such human compatibility technology.

The term computer mannequin used here refers to a human compatibility technology that reproduces various human characteristics in a computer (computer mannequin in a narrow sense) and uses this computer mannequin to directly assess ideal environments and products constructed in the same computer. It also refers to the system of researchers and designers outside the computer who conduct evaluations while monitoring the computer screen (computer mannequin in a broad sense). Computer mannequin is defined more specifically as outlined below.

(1) Basic definition

A computer mannequin is a simulation model that is used to estimate interaction between humans and environments.

(2) Definition based on needs (testing tool)

A computer mannequin is a testing tool that is used to estimate mismatches between humans and environments as well as for detecting factors such as those leading to accidents and fatigue.

(3) Definition based on needs (innovation tool)

The pursuit of performance in human-based products is an inevitable problem for all companies who manufacture products used by people. Incorporating high-added value like convenience and comfort to product performance for example demands investigative, inventive design work that looks at performance starting from upstream levels such as concept design.

Computer manikins have not been seen in product design to date, and yet it will be a useful tool for specifying and visualizing ongoing interaction between humans and environments in investigative, inventive design work.

2-3. Views on basic concepts for standardization

* Propose computer manikins as a human compatibility assessment technology. (All the definitions above form the basic concept of a mannequin.)

* Propose expanding the use of computer manikins to design work for daily life environments like offices and homes rather than limiting their use to work environments and specific industries.

* Propose that human characteristics also take into account various races as well as the elderly.

* Propose that characteristic postures and movements for various races be taken into account for posture and movement.

* Devise some means to stay ahead of advances in computer technology and modeling.

* ISO/TC159/SC3 has offered ISO/TC159/SC3 Computer manikins and Body Templates as an international standard for computer manikins. As such, we ought to construct a basic concept for manikins using a form developed based on ISO7250 and assume at least the limits of dimension assessments, dynamic loads and field of vision for the basic concept since there is little chance of full human compatibility at this point anyway.

2-4. Views on the applicable scope

* Expand the applicable scope of this standard to design work for daily life environments such as offices and homes rather than limiting it to work environments and operating environments for automobiles and airplanes.

* Consider standardization in the form of core functions + field-specific options rather than a uniform

standard in order to achieve broader applicability across diverse fields. Also set it up so that assessment items can be defined by usage rather than limiting functions because usage varies with individual fields.

* Make the fields for which core functions are applicable the ones where the items designed are relatively hard compared to the human body, such as automobiles, office furniture and everyday appliances, and assume that people are operating the items in ordinary clothing. Also stress dimensional design, and imagine evaluations like reach, range of mobility and field of vision.

* Use the computer mannequin as a testing tool for estimating mismatches between humans and environments as well as for detecting factors such as those leading to accidents and fatigue.

* The pursuit of performance in human-based products is an inevitable problem for all companies who manufacture products used by people. Incorporating high-added value like convenience and comfort to product performance for example demands investigative, inventive design work that looks at performance starting from upstream levels such as concept design.

Computer manikins have not been seen in product design to date, and yet it will be a useful tool for specifying and visualizing ongoing interaction between humans and environments in investigative, inventive design work.

2-5. Comparison to CEN concepts

Table 1. Comparison of computer mannequin concepts

	ISO	CEN
Fields of Application	Expand assessments to daily life environments like offices and homes rather than limiting them to work environments and operating environments for automobiles and airplanes.	Analysis and management in airplane cockpits and automobiles as well as in work and production environments.
Validity of Models and Interpretation of results	Standardize a range that will preserve the integrity of assessment results such as standardizing the mobility of people at specified dimensions within a range with XX amount of deviation.	Standardize a range that will preserve the integrity of assessment results. Also clarify current status and assumptions based on the results in order to prioritize the results. Models must be collected for evaluation.
Software Development	Stipulate a platform for developing various computer mannequin functions in order to ensure broad applicability across various industrial and research fields. Add various functions to the platform and stipulate the method used to construct easily updated models.	Proposed problems are outlined below. Methods and procedures used in computer software as well as in graphic planning and imaging are rapidly being developed. Programs now run on personal computers as well as on work stations, but quality, functions and ease of use vary with the program.
Specifications	Do not stipulate human models by conceptualizing evolving systems, but rather indicate the standards that ought to be preserved. Consider standardization in the form of core functions + field-specific options for broader applicability across diverse fields.	Proposed problems are outlined below. Internal human model structure, software, applications and user control methods must be specified in order to establish adequate functions.
Target User	Ergonomic experts as well as people with experience in human body measurement, workplace design and computer technology. Carefully consider the user interface in terms of ease of understanding and use in order to provide intuitive user control. Product and space designers	People with experience in human body measurement, workplace design and computer technology. Even so, there is a chance that decision-making and explanatory guidelines will be prepared for those with little experience and that well-illustrated software will be designed



'Electronic' ISO

A listing of some (hopefully) useful 'electronic' tools and labour-savers, together with electronic addresses (URLs) for some core documents. (NOTE: Many of these documents are also available in French, in which case the electronic addresses may be different - see the French version of this document for further details)

Electronic service or tool	What it does	Where to find it
ISO template and model document	Two document skeletons (already in Word6, soon in WordPerfect 5.2 and 5.1) to use when drafting standards.	ftp://ftp.iso.ch/pub/out/template/isostd30 Diskette
ISO Electronic Forms	All the ISO forms (and some other letters, etc.) in word-processable format, to aid with the completion and electronic transmission of various administrative documents, drafts, etc.	ISO Online ftp://ftp.iso.ch/pub/out/directives/en E-mail (individual forms) Diskette (all forms)
ISO Online	A World Wide Web-based service providing a range of information on ISO, including access to a range of committee-related material, and the ISO Catalogue	http://www.iso.ch
IT Strategies Implementation Group (ITSIG) public site	Selection of guides and other electronic products produced or promoted by ITSIG	http://www.iso.ch/itsig/public
Training	Information on training relating to international standardisation	training@iso.ch
ISOPRDEV	A project and programme management tool, using data extracted from the ISO database, and intended to facilitate the management of committee work	Diskette
Voting	Send voting results on DIS and FDIS by e-mail	votes@iso.ch
Agendas	Send agendas to ISO/CS by e-mail	agendas@iso.ch
Correspondence	Correspondence, copies of drafts, etc. by e-mail	[Lastname]@iso.ch
Committee sites on WWW	Various ISO committee sites	http://www.iso.ch:8080

Some interesting documents available via Internet

The following listing provides an indication of documents and information that is directly accessible via Internet on ISO Online, or by using its FTP service. This is not a complete listing. In addition, it should be noted that sometimes addresses change. More information or help in case of problems can be obtained by contacting the TC/SC Training Coordinator on the e-mail address training@iso.ch.

Document	What it is	Where
ISO/IEC Directives, Part 1	The basic text of Part 1 of the directives (English only - currently missing some annexes)	ftp://ftp.iso.ch/pub/out/directives/en/dirp1.html
Vienna Agreement (technical cooperation between ISO and CEN)	Guidelines for Chairmen and Secretariats	http://www.iso.ch/dire/vaguide.html
Raising Standards for the World — ISO's long-range strategies 1996-1998	ISO's long range strategic plan 1996- 1998.	http://www.iso.ch/presse/strategy/strategy.html
ISO Electronic Forms	All the ISO forms in word-processable format	ftp://ftp.iso.ch/pub/out/directives/en
ISO catalogue	On-line version of the ISO catalogue, permitting searching and printing of listings	http://www.iso.ch/infoe/catinfo.html
Policy concerning the distribution of ISO documents electronically for the preparation of standards.	Incorporated in the document <i>Guidelines and policies for the protection of ISO's intellectual property</i>	http://www.iso.ch/itsig/public/ipr.pdf
Rules for copyright protection of ISO standards, FDIS and DIS and of WDs and CDs	Incorporated in the document <i>Guidelines and policies for the protection of ISO's intellectual property</i>	http://www.iso.ch/itsig/public/ipr.pdf
Guide on access and distribution of documents in electronic format	Guidance and recommendations on how to address various issues that impact standards development in the computer age	http://www.iso.ch/itsig/public/itguide.pdf
'Friendship Among Equals' (1997)	'Electronic' book celebrating ISO's first 50 years	http://www.iso.ch/fifty/friendsh.htm
Information publications	A listing of publications other than standards available from ISO	http://www.iso.ch/infoe/otherpub.html
Standards handbooks and compendia	Listing of ISO handbooks and compendia	http://www.iso.ch/infoe/handbooks.html
Introduction to ISO and international standardization	General description of ISO, and of the goals of international standardization	http://www.iso.ch/infoe/intro.html

1.3.7 第24回CEN/TC122/WG1定例会議開催案内、議題リスト

CEN/TC 122/WG 1
"Anthropometry"



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDISATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. · D-10772 Berlin

To the experts
of CEN/TC 122/WG 1
"Anthropometry"

CEN/TC 122/WG 1 N 269

Your reference

Our reference
but/ami

(+ 49 30)
26 01-23 95

Berlin
1998-02-02

Meeting of CEN/TC 122/WG 1 "Anthropometry" in Salzburg, Austria

Dear Madam,
Dear Sir,

The 24th meeting of CEN/TC 122/WG 1 "Anthropometry" will be held from Monday 23 March to Tuesday, 24 March, 1998, at the

Wirtschaftsförderungs-Institut (WIFI) Salzburg
Julius Raab-Platz 2a

5020 Salzburg
Austria

Part of the building: C (3rd floor)
Room 339

Phone: +43 - 662 - 88 88 - 411
- 412

Fax: + 43 - 662 - 88 32 14

The meeting will be opened on Monday, 23 March, 1998 at 10.00 h a.m. The draft agenda of the meeting is given overleaf.

In consultation with Dr. Aleid Ringelberg, Convenor of CEN/TC 122/WG 4, and Drs Pieter de Vlaming, some experts of CEN/TC 122/WG 4 "Biomechanics" are kindly invited to attend the meeting of CEN/TC 122/WG 1 "Anthropometry". In this meeting, the experts of WG 1 and WG 4 have the opportunity to discuss joint matters in the field of Anthropometry and Biomechanics in general and especially on working postures, prEN 1005-4 "Safety of machinery - Human physical performance - Part 4: Evaluation of working postures in relation to machinery" and the proposal "Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workplaces at machinery" (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 255).

.../...

SECRETARIAT DIN
DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V.

mailing address: D-10772 Berlin (for visitors: Burggrafenstr. 6, D-10787 Berlin)
Tel: + 49 30 26 01 23 95 - Fax: + 49 30 26 01 12 31

We would like to ask you for an indication by 06 March, 1998, whether you intend to be represented at the meeting or not.

Yours sincerely,



N. Butz

Copy: Dr. A. Ringelberg (Convenor of CEN/TC 122/WG 4 "Biomechanics")
Mr. Pieter de Vlaming (Secretariat of CEN/TC 122/WG 4)
Prof. Toru Itani, Chairman of ISO/TC 159/SC 3
Mr. K. Suzuki, Sec. of ISO/TC 159/SC 3
Dr. Adachi, Tsukuba City, Japan

Encl.: Registration form
Map of the location of the meeting
Hotel list

Draft Agenda

- 1 Opening of the meeting (10.00 h)
- 2 Approval of the draft agenda
- 3 Appointment of an Editing Committee for drafting the resolutions
- 4 Approval of the report of the 23rd meeting of CEN/TC 122/WG 1 held in Loughborough, United Kingdom, from 22 to 24 September, 1997 (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 267)
- 5 Report on the results of the plenary meeting of CEN/TC 122 "Ergonomics" held in Madrid, Spain, from 11 to 13 March, 1998
- 6 Project "Safety of machinery - Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery" (see docs. CEN/TC 122/WG 1 N 255 and N 256)
- 7 Draft of prEN 1005-4 "Safety of machinery - Human physical performance - Part 4: Evaluation of working postures in relation to machinery" prepared by CEN/TC 122/WG 4 "Biomechanics" (see doc. CEN/TC 122/WG 1 N 268)
- 8 Project "Selection of persons for testing of anthropometric aspects of industrial products and designs"
- 9 Establishment of a European anthropometric database for all age groups
- 10 Project "Ergonomics - Computer manikins, body templates"
- 11 Project "Safeguarding crushing points by means of a limitation of the active forces"
- 12 Notation system of anthropometric measurements used in the European Standards (to be published as a CEN Report)
- 13 Project "Ergonomics - Reach envelopes"
- 14 Allocation of work to the experts of WG 1
- 15 Other business
- 16 Approval of resolutions
- 17 Dates and places of the next meetings
- 18 Closing of the meeting

1.3.8 第24回CEN/TC122/WG1 (3月23～24日、ザルツブルグ) 会議報告

第24回CEN/TC122/WG1 (3月23日～24日、ザルツブルク) 会議では、コンピュータマネキンに関する審議は審議事項10「Project" Ergonomics - Computermanikins, body templates"」で討議された。第1日目の最初に、コンピュータマネキン規格作成アドホックグループの主幹である Mr. Launis から、CENの規格案の第2版(2nd draft、資料4、1.3.10項)が出席者に配布された。このドラフトは、このアドホックグループのメンバー (Mr. Launis, Prof.Oertengren, Prof. Jones, 足立) にもこの時点で配布された。そのため、この内容に関してアドホックグループ内で事前に審議しておきたいということ、また、委員全員にもあらかじめこのドラフトに目を通してほしいとの理由により、Mr. Launis から Juegens 議長へ、この事項に関する全体の審議は2日目に回してくれないかという提案があり、2日目の最初の審議事項となった。

アドホックグループのメンバーは1日目の夕刻に集合し、ドラフト第2版に関して審議した。審議内容の要点は下記の通りである。

- ・ドラフト第2版には、実際的でない内容があるので、検討する必要がある。
- ・現実に製品化されているコンピュータモデルに即して規格案を作成すべきである。
- ・規格では、構造と形態学に関してのみ扱い、ダイナミクスは含めないこととする。

会議内容のまとめ

・次回の第25回CEN/TC122/WG1 定例会議は、1998年9月28日～29日にフランスのニースのIBISホテルで開催することが決定された。

・次々回の第26回CEN/TC122/WG1 定例会議は、4月中旬に英国のラフボローでISO関係の会議が開催されるので、日本側の希望を入れて1999年4月8日～9日に北イタリアのコモ湖畔にあるキャデナビア(Cadenabia)で開催されることとなった。

・コンピュータマネキンに関して

最初に足立が、「Draft document for presentation at Salzburg, Austria, 23/24 March 1998 Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space (ISO案)」(資料2、3.2項)の概要説明を行った。以下に要点を記す。

このドラフトは、前回の定例会議後に着手した。本年2月に最初のバージョンができあがり

Prof. Juegens, Mr. Butz, Mr. Launis, Prof.Oertengren, Prof. Jones に送付し、事務局の Mr. Butz から委員全員にコピーが送付されている。同時に、ISOにおけるNP15536 Computer manikin and body templatesのメンバーにも送付し意見を求めた。ISOのメンバーに関して、意見の締め切りを3月10日としたが、ベトナムとオランダから意見が寄せられた。本案も、まだ説明不足や曖昧な点がある。

強調したのは、コンピュータマネキンは人間適合性の技術の一つであり、適用範囲は労働作業の場だけでなく、一般家庭や事務所内作業も含むんでいる。また、労働環境だけでなく、アパレル関係も考慮しているという点である。したがって、表題の at machinery という単語は削除すべきである。

コンピュータマネキンを日本でも製作中であるが、製作に必要なデータはISO7250に基づいて計測した値を使用している。しかし、ここに示された計測項目だけでは不十分で、さらに独自の計測項目を付加して計測した値も使用する必要がある。さらに、全身のX線撮影像からの骨格及び関節の位置を計測し、体表面からこれらの位置を推定する式も作成している。

これに対して、Prof. Oertengren から次のような意見がでた。

ISO 案は、デザインとかアプリケーションとかいった多くの観点を考慮しており、良いと思うが、規格としてまとめるには構成の組み直しなどの編集がさらに必要である。これは、規格案を作るための書式にしたがって行う。

次に Mr. Launis から、CEN の規格案「2nd draft, for the meeting in Salzburg, 23-24 March 1998, CEN/TC 122 WG1 Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery" (CEN 案)」(資料 4、1.3.10 項) の概要説明があった。

この案に関して、一部はまだチェックリストの形態をとって文章化がされていない。昨夜、規格案を最適化させて作成する方法をアドホックグループで検討した。そこでは、規格では構造と形態学に関する生体計測のみを扱い、ダイナミクス(運動学)は含めない、という点で意見が一致した。すなわち、生体計測と姿勢に関する部分のみを扱うことにする。

この後、コンピュータマネキンがどのようなものかよく理解できていない委員がいるようにみうけられたので、Mr. Launis によるコンピュータマネキンの概念に関するプレゼンテーションが OHP を使用して行われた。これは、まず 2 次元のボディーテンプレートからはじまって、3 次元のコンピュータマネキン (JACK, SAMMY, RAMSIS, ERGOSHAPE) の説明が行われた。さらに、CEN の規格案がコンピュータマネキンのユーザーを対象としているのに対し、ISO の規格案がマネキンの開発者を主なターゲットとしているという点で相違があり、この点のすり合わせが必要であるということが確認された。

次に Prof. Oertengren から、生体計測値とはいっても、ISO 7250 (CEN 7250) に示されている測定値だけではマネキンを作ることは不可能であり、また、できあがったマネキンとこの計測値との整合性をとるのも難しいという指摘があった。また、Prof. Jones の提案で、ISO が提案した規格案の内容が、マネキンの構造に関してかなり立ち入った内容になっているので、規格案の Part 1: General principles and requirements を CEN 側が作り、Part 2: Structure and dimensions を ISO 側が作ってはどうかという提案があり、承認された。Part 1 に対する意見は、98 年 4 月末までに Prof. Jones 宛に送り(検討対象は今回配布の 2nd draft)、Part 2 に対する意見は、98 年 8 月末までに足立に送る(検討対象は ISO 提出の規格案)ということとなった。Part 1 の完成目標期日は、99 年 3 月末である。CEN 側の出した 2nd draft に関して、はじめのページにある「マネキンの性別を男女まとめてしまうのか?」というコメントに関して、集団を男性、女性、全体の 3 つの集団とすることとした。また、「1 パーセントイルと 99 パーセントイルを含めるか、含めないか?」という点に関しては、緊急時を考慮して含めるということになった。さらに「6. Accuracy of the use of manikins」は、要求事項でないことを確認し、「8. Requirements for the documentation of the manikins」では、静力学的なアプローチは含めることにしたが、動力学的な観点は除くこととした。Hip point の正確な位置は不明であるが、検討事項とした。足立の意見として、座位ではほとんど問題にならない重心線も立位では足の支持面を通らないとマネキンを立たせることができないので、各セグメント(体節)の重心と質量に関しては考慮しなくてはいけないと述べ、承認された。また足立が、2nd draft の表題にある at machinery は、規格の対象がかなり広範であることから削除してはどうかと提案したが、承認された。

その他、連絡事項として 4 月 28 日～29 日に RAMSIS に関するシンポジウムがアメリカであるが、誰か出席できないかと打診があったが、Prof. Oertengren が参加するようである。

会議終了後、アドホックグループのメンバーが集まり、役割分担について話し合うことになった。

この話し合いに関して以下に記す。

会議終了後のアドホックグループメンバー集会

検討資料：2nd draft, for the meeting in Salzburg, 23-24 March 1998, CEN/TC 122 WG1 Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery" (CEN案) (1.3.10項)

ラフボローで配布の 1st draft 中、「5. Purpose of the manikins」は、2nd draft では Introduction 中に含めてしまった。コンピュータマネキンの使用に関して、一つにまとめて新たな draft をつくる。Part 1 のとりまとめは Prof. Jones が行う。Part 1 に関する役割分担は下記の通り。

Prof. Oertengren : 6 と 8

Mr. Launis : 7

Prof. Jones : 5

また、informative annex を設けることにした。

1.3.9 2nd draft, for the meeting in Salzburg, 23-24 March 1998

CEN/TC 122 WG1 Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structure and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery" (CEN 案)

2nd draft, for the meeting in Salzburg, 23-24 March 1998

CEN/TC 122 WG1

Project "Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery"

Preamble

This draft is a partially extended version of the checklist-version presented at the Loughborough meeting in September 1997. The checklist-version was discussed and generally accepted to form the basis for further development. In the present draft, only descriptive parts in the beginning of the draft are written as running text (clauses 1-5), and for the rest only minor amendments have been made. Clause 5 in the former version, Purpose of manikins, has now been included in clause 1, Introduction.

In Loughborough it was decided that the standard be divided into two parts viz:

- Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, **Part 1: General principles and requirements** → 4/30 までに
- Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space at machinery, **Part 2: Structures and dimensions** → 8/31 までに コメント

This division was arosed from the difficulties in specifying the structures and dimensions of the manikins in the present stage of development. However, it is possible to start drafting the basic requirements for computer manikins (Part 1). Part 2 will be a later task, when the anthropometric data for the European population have been specified and the requirements for the next generation of manikins are available.

At the meeting in Loughborough it was suggested that the anthropometric data would be integrated to the manikin by referring to the measurements listed in EN 979 / ISO 7250 (what has been done in the cases of other standards prepared so far). This should be carefully discussed at the present meeting. EN 979 / ISO 7250 can be used as a reference for modifying or scaling the manikin to describe different populations, but it does not provide directly applicable measurements for constructing them (links, widths, depths etc.)

Other basic questions of anthropometric interest would be:

- Is there need for unifying the gender of the manikin, in accordance to EN 547-3 → 男性、女性、全体の3集団
- What are the needed percentile options, in order to be in accordance to EN 547-3 (P1, P5, P95, P99)? 1%、91%、99%、99%、99% は 緊急時を考慮して含めることとする。
- How would these extreme percentile values be integrated in the structuring of the body shape (e.g. thin, heavy)?
- In general, is there a need for specifying dimensions, or their combinations, for the set of "standard manikins", which would serve as "standard test persons" for testing dimensioning of the work spaces? (In Loughborough, discussion was focused mainly on the requirements for the anthropometric accuracy of the manikins in relation to real humans.)

Also the role of biomechanics in this standard still needs to be discussed. It has been questioned whether this field is still too imprecise or too complicated from the standardization point of view. The inclusion of biomechanics into this draft only shows its possible role in the manikin structure and applications.

Part 1. General requirements

1. Introduction

1.1 Need for computer manikins

The dimensions of the human body is the starting point in the dimensioning of spaces at machinery (or spaces, furniture and other equipment). Generally, appropriate design solutions can be achieved e.g. by using anthropometric data in designing, and selected test persons in the testing of models and prototypes. In many cases full-scale testing may require too much time or be too costly, however. The space to be tested may not be available yet, or, involvement of the test persons representing variation in the sizes of the prospective users may be difficult. If the work space can be modelled by a computer, computer manikins can be used as models of humans in these design phases.

The computer manikin can be used e.g. for simple visualization of the geometric relationship between the human and the physical environment. Various sophisticated and automated functions of evaluation can also be integrated into the manikin, e.g. indication of reach zones, visualization of viewing fields, biomechanical calculation of required strength, simulation of movements; etc.

Computer manikins can never replace real test persons entirely, however. Real persons provide for the test situation not only their physical dimensions, but also their differing motional capabilities, perception capabilities, their assessment of the ease of performance, assessment of various functional properties of the design, as well as their feelings of comfort and acceptance.

1.2 General benefits of using manikins

The computer manikin helps discover the possible dimensional shortcomings of the space quickly and easily. Critical dimensions restricting operations, such as fitting into a restricted space or reaching objects, can be quickly assessed in relation to the extreme body measurements, or even to their unfavourable combinations, which would normally require test persons selected from a very large population. Different structural solutions and adjustment options of the design can be fitted to the prospective users in only one design session. In the design team, the manikin facilitates collaboration between different specialists and users.

The computer manikin, as used appropriately, generally shortens the entire design process and reduces the costs of designing. The use of manikins results in less iterations in the design process and less need for corrections to the final prototype. In the early stages they can be used for preparing preliminary drafts with relatively high accuracy anthropometrically. They can be used for determining the dimensions of mock-ups used in fitting trials, or for dimensioning prototypes for anthropometric testing of the space. When the postural aspects are obvious, and the needed accuracy is not high, the manikins can even be used for making the final design. (The ergonomic design process is shown as a whole in the European standard EN 614-1. Instructions for selecting persons for the testing of anthropometric aspects of designs are presented in EN XXX.)

In general, the computer manikin is an effective tool when it integrates several ergonomic aspects into one and the same test situation. The manikin is also a universal and flexible design tool for any application. This is essential in the designing of entirely new machines or spaces, when no specific recommendations on the dimensions exist, and no reference solutions for full-scale evaluation are available.

1.3. Problems involved in the use of computer manikins

The use of manikins does not ensure appropriate design solutions automatically, and they can even be misused. The designer may use them in an inappropriate way, e.g. by accepting awkward postures or by providing too little space for movements. He or she may not be aware of the inherent limitations the manikins, either, both in the anthropometric, motional and biomechanical respect. As the complexity of the manikin systems increases, the links to these human properties may also become difficult or impossible to trace.

The manikins available so far vary with respect to the functions and features they afford, as well as to their accuracy and usability. In the present developmental stage, the most sophisticated manikins may require powerful hardware and special training of their users, and be unreachable to many designers. The most simple ones may be easy to use but of restricted value for designing. The systems may also differently emphasize such components as anthropometric versatility, biomechanical capabilities, graphical visualization, geometrical design, simulation, animation, etc. The choice of manikin and the associated design system is, to a great extent, a trade-off between these different features.

This standard is intended to ensure that computer manikins for the design of machinery are accurate and reliable in their anthropometric ((and biomechanical)) aspects, taking into account usability and possibly ensuing restrictions for structural complexity or functional versatility. The other aim is to ensure that the users of manikins will be aware of the possible errors and limitations that the use of the different types of manikins may involve.

2. Scope

This European standard establishes the general requirements for computer-aided manikins intended for the design and evaluation of work spaces at machinery (or: spaces, furniture and other equipment). These requirements concern the anthropometric and motional ((and biomechanical)) properties of the manikins, particularly the extent to which they represent the human body and the intended user population. The standard also specifies the requirements for the documentation of the manikins in respect to these properties and for the guidance of the user.

This standard is intended as a guide for the design and selection of manikins and for evaluation of their usability and accuracy for the specified use.

3. Normative references

4. Definitions

Computer manikin (human model): computer representation of static and functional anthropometrics of the human body

Body template (two-dimensional human model): articulated, two-dimensional contour model of the specified anthropometric dimensions of human body (a set of body templates can afford the needed variation of static anthropometrics)

Body part

Body segment

Sagittal plane?

Mock-up?

Fitting trial?

etc.

5. Review of typical features of manikins and their need

5.1 Geometric representation

Two dimensional human models

The two-dimensional (2D) body template is a physical human model used for the evaluation of conventional projection drawings of the space. The body template as a computer model is the simplest type of computer manikin, and suitable for two-dimensional designing. The 2D human models are easy to manipulate and perceive, and a model of the environment is also easy to make. They require little capacity of the computer.

The use of 2D manikins is suitable for sketching, and sufficient in general when the spaces and location of work objects are critical as observed in lateral plane, i.e. the work task requires the operator (person) to choose postures and move the body parts mainly in the sagittal plane. This is normally the major mode of whole body movements in many workplaces.

Three-dimensional human models

Three-dimensional (3D) computer manikins can model the diversity of human postures and movements. Their geometric complexity varies from simple stick models depicting the skeleton, and from wire-frame models depicting the body surface partially, to more perceivable surface (and volume and solid) models. Stick models may be used for specific applications requiring a lot of capacity from the computer, e.g. for complex simulation and biomechanical calculation. A surface model, if detailed enough, can give already a realistic view of the human body.

3D manikins involve several difficulties in the perception and manipulation of postures. Also construction of the 3D environment is more time-consuming. 3D manikins are thus generally less suitable for preliminary sketching, but effective for visualization and evaluation of final designs.

5.2 Postures

It is desirable that the postures of the manikin are easy to change or choose, and that they correspond to those of real humans. However, the more natural movement capabilities that are achieved, the more difficult the manikins become to move. Therefore, some structural limitations or constraints in the movements may be needed.

Number of moving joints

A large number of body segments and moving joints enables natural and versatile movements of the body, and extreme postures of the trunk and neck. For the determination of the dimensions for normal standing or sitting postures, a smaller number of segments can be sufficient. The simple 2D manikins have normally from 6 to 11 moving joints, and their posture can be manipulated relatively easily joint by joint. The 3D models may have as few as 15 joints, or even more than 70 joints, if the fingers and spinal column are to be moved naturally.

Degrees of freedom of joint movement

Each joint has degrees of freedom (axes of rotation) which vary from 1 (e.g. in fingers) to 3 (e.g. in trunk; frontal bending, lateral bending and twisting). The center of movement may be movable, too (particularly in shoulder joint). For practical reasons, e.g. ease of manipulation of the posture, some of the joint movement options may be constrained.

Angular limits

Each joint may have angular limits determined for the above joint movements. These limits may indicate the whole range of the possible movement, described in dynamic anthropometric data, or, comfort limits determined for a specific activity, e.g. for steering a vehicle, or limits for the evaluation of the work activity associated with machinery, see prEN 1005-4. For this same reason, the extent of the joint movement may be constrained. In the chain of the links, the joint movements may be hierarchically constrained, the joint movement proportions predetermined, or some other assumption of movement pattern integrated. For the determination of optimal dimensions with the help of simple manikins, angular limits may not be needed at all, however.

5.3 Anthropometry

Parametricity

The anthropometric dimensions of the manikin may be fixed (usually in two-dimensional manikins). In this case basic anthropometric options (such as gender, somatotype and percentiles) can be achieved e.g. by their sufficient selection in the library of the files.

The manikin may also be parametric, i.e. anthropometric as well as angular data are stored into files as parameters. This allows selection of the user population, and within the selected population any anthropometric option, depending on how the data are arranged and how they can be manipulated.

Percentile options

The available anthropometric data are normally statistically arranged by gender and by age. Within combinations of these groups the dimensions of the manikin are presented as percentiles, for example as P5, P50, and P95. (In some European anthropometric standards for the design of machinery the gender groups are unified, however, as presented in EN 547-3.)

If both sexes are to be presented separately, it is desirable that the basic geometry of the manikin is available separately for men and women (this is not the rule for the existing manikins).

Ideally, the dimensions of the manikin should be separately adjustable, as percentile values as well as absolute values. For practical reasons, however, the designer may need a small number of predetermined body size options representing medium size as well as extreme sizes.

The most simple percentile options are common-percentile manikins, i.e. there is one manikin representing a size group e.g. P5, P50 or P95 man or woman. This simplification involves inherent problems in the determination of the extreme percentiles. The medium-sized, P50 manikin can correctly match P50 values in all measurements. The small and large manikins cannot be unequivocally constructed, however. P5 and P95 are normally fitted to match the P5 and P95 statures of the measurements, which leads to much smaller deviation in all length measurements on the stature path (i.e. the length of neck, trunk and lower limbs). The depth and width measurements of the P5 and P95 manikins can in practice match the corresponding P5 and P95 values of the measurements, but this ensues a combination which is more rare in reality.

In practice, when accurate determinations of e.g. leg space or sitting height are needed, at least two proportionally different types of extreme body size would be needed:

- P5 manikins having P5 stature and P5 limb length
- P5 manikin having P5 stature and P5 sitting height (trunk length)
- P95 manikin having P95 stature and P95 limb length
- P95 manikin having P95 stature and P95 sitting height.

Furthermore, two or three options of the body types are needed for determination of minimum space, such as thin and heavy, or somatotypes such as endomorphic, mesomorphic and ectomorphic (rotund, muscular and thin).

For the determination of some critical dimensions, manikins representing worst case combinations of some extreme percentile measurements may be needed, too. Typical examples of them, needed in the design of any work station consisting of a table top, are the combination of maximum abdomen depth and minimum upper arm length, indicating the shortest possible hand reach over the edge of the table, and, the combination of minimum abdomen depth and the maximum lower leg length, indicating the deepest possible leg space depth.

In many cases there is a need to determine the dimensions of each body segment separately, such as their length, width and depth. In addition, the geometric shape of the manikin may need to be modified, for instance to adapt the body segments to each other.

5.4. Indication of hand movement geometry (reach and work zones)

To facilitate designing, the reach zones or recommended hand movement areas can be visualized by arcs or spheres, or indicated by other means, without changing posture to demonstrate it.

5.5. Indication of viewing geometry

The viewing fields (fields of eye movement or peripheral viewing), as well as comfortable sight lines can be visualized in various ways. Recommendations or limitations concerning viewing distances can be similarly demonstrated.

5.6. Simulation of movements

(are the dynamic aspects of manikins to be covered in this standard?)

The control of balance is a prerequisite for the simulation of movements. In order to examine the balance of the whole body, the data on the masses of the body segments and their displacement are required. The balance control may be automated, and typical postural behaviours can be integrated so that postures can be maintained, and continual movements (e.g. walking) simulated.

5.7. Biomechanical calculation

(the same comment as above)

Mass data are required in biomechanical calculation of the required strength as well. In addition, data on human strength (joint torque data) and its variability are required. Biomechanical models (formulas) have been constructed to combine the co-operative actions of different muscle groups in different joints, and in their different positions.

Biomechanical versatility

- 2-D/3-D
- static/dynamic
- gravity forces, lifting / pushing, pulling, etc.
- output: absolute values / comparison to the reference values (recommendations)
- percentage of the maximum allowable / percentage of users capable
- etc.

6. Accuracy of the use of manikins

(factors affecting the accuracy of the analyses/determinations performed with the help of a manikin)

Structural

- link structure and segmentation (geometry of the segments, number and displacement of the moving joints to fulfil actual dimensions in movements, a special point: shoulder, movement of the center of rotation in reaching)
- hierarchy of structure, constraints of the movements, optimization of movement proportions
- compression/deformation of muscles (and abdomen), e.g. buttock/thigh area: skin and soft tissues when standing/sitting - different options for the form in different situations / integral feature of the geometry
- excessive abdomen, pregnancy?
- internal structures (e.g., bone, muscle, fat)

Anthropometric

- errors in selected data in respect to intended user population
- errors due to lacking data on body shape
- errors due to percentage calculation (especially stature path in common-percentile manikins)
- errors due to rough geometric shape (e.g. polyhedral or ellipsoidal shape)

Biomechanical

- body segment mass data
- displacement of the mass centres of the segments

- distributions of masses of the segments
- joint torque data (strength data)
- biomechanical models (formulas)

Other

- indication of body contour and joints, reference lines/angles/landmarks etc., in anthropometric respect (e.g. heel and vertex if hair and shoes exist, frankfurt plane, location of shoulder point, grip point, etc.)
- clothing (e.g. light, heavy, arctic, protective, military-special protective, personal armour)

7. Usability of manikins

(factors affecting the acceptability of the use of manikins in the design process)

Learning

- learning time (e.g. general structure, number of items to select, difficulty of decisions)
- response time to operations (visual feedback)
- consistency with other design programs or ergonomic/human factors applications

Ease of routines (effectiveness)

- access to and from the design program (ease of transferring manikin/environment from program application to another, if needed)
- interactivity between manipulation of the manikin and modification of the environment (possibility of performing both at the same time)
- ease of manipulation of the postures (e.g. in reaching operations)
- ease of quick changing between standing and sitting, or other basic/library posture options
- ease of positioning the manikin, e.g. in respect to the reference points (SRP, SIP, etc.)

Ease of making anthropometric selections/decisions

- ease of selection of the needed percentile combinations / ease of manipulation of the dimensions

Ease of visual judgements

- ease of perceiving the dimensions (quality of contour lines, landmarks, etc.)
- displaying of e.g. viewing fields, reach zones, comfort zones
- ease of perceiving the movements (indication of the operated joint angles in 3-D manikins)

8. Requirements for the documentation of the manikins

(documentation for which the developer of the manikin is responsible)

Field of use

- intended use of the manikin
- limitations in the use (from anthropometric point of view)
- etc.

Validation, verification

- anthropometry
 - what anthropometric sources/populations are used
 - what are the differences/errors (in \pm % / cm / mm) between the manikin and the sources, in central dimensions, in central postures, in central percentiles
 - etc.
- biomechanics
 - what biomechanical models/formulas are used
 - what strength data/values are used
 - what are the differences/errors between outcome of the manikin and original reference values, in central postures
 - etc.

User guidance

(in addition to technical manual)

- in anthropometric respect
 - e.g. how to select percentile options for a specific evaluation tasks
- in biomechanical respect
 - etc., in respect to a great many of the aspects described in this draft

Martti Launis, 19. 8. 1997, a preliminary draft for the ad-hoc group (manikin1.doc)

Peter Jones-edited and modified 20 08 97

Martti Launis, some minor additions 22 08 97 (manikin2.doc)

Peter Jones-re-write-"English version" 28 08 97 (MANIKIN3/Macv)

Martti Launis, minor changes, 28 08 97 (manikin3.doc)

Peter Jones-comments of the committee added (30 09 97) Manikin3.2Mac

Martti Launis, re-written the beginning of the draft, 20 03 98, (manikin4.doc)

第2章 コンピュータ・マネキン開発

以下、開発したコンピュータ・マネキンのプログラム詳細スペック、プログラム操作説明を以下に記述する。

2.1 プログラム詳細スペック

プログラム詳細スペック

1 メインメニュー

====
プログラム名：CMMainMenu/ModelessDialog.cpp

Function Name:

void ModelessDialog::OnBtnDaihyou()

統計処理ボタンが押された時に実行されるルーチン。

Parameters:

なし。

Returns:

なし。

Function Name:

void ModelessDialog::OnBtnDataLoad()

サイズ情報ロードボタンが押された時に実行されるルーチン。

Parameters:

なし。

Returns:

なし。

Function Name:

void ModelessDialog::OnBtnDataSave()

サイズ情報セーブボタンが押された時に実行されるルーチン。

Parameters:

なし。

Returns:

なし。

Function Name:

void ModelessDialog::OnBtnRangeReach()

可動範囲表示ボタンが押された時に実行されるルーチン。

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

`void ModelessDialog::OnBtnRangeVisible()`

可視範囲表示ボタンが押された時に実行されるルーチン.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

`void ModelessDialog::OnBtnSizeMod()`

サイズ変更ボタンが押された時に実行されるルーチン.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

`void ModelessDialog::OnBtnPoseInit()`

ポーズ初期化ボタンが押された時に実行されるルーチン.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

`void ModelessDialog::OnBtnFk()`

ポーズ変更ボタンが押された時に実行されるルーチン.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

====
プログラム名 : CMMainMenu/OnBtnTemp.cpp

Function Name:

AcDbEntity* selObj(AcDb::OpenMode openMode);

Parameters:

char *FILE_BASE (IN) ベースディレクトリ.
char *JOINT_POSITION_FILENAME (IN) 関節点座標出力ファイル名.
char *SIZE_PARAMETER_FILENAME (IN) サイズ出力用ファイル名.
char *JOINT_EXTENTION (IN) 関節点座標情報ファイルの拡張子.
char *SIZE_EXTENTION (IN) サイズ情報ファイルの拡張子.

Returns:

なし;

2 サイズデータ入出力

2.1 データロード

====
プログラム名 : CMDTLoad/LocalCalc.cpp

Function Name:

void CDiaTest::InitLocalCalc();
入力データのデフォルトファイル名の設定.

Parameters:

なし;

Returns:

なし;

Function Name:

void CDiaTest::_OnSizeLoad();

読み込みボタンが押された際に起動されるルーチンその2.

Parameters:

なし;

Returns:

なし;

Function Name:

void CDiaTest::CalcStep1();

読み込みボタンが押された際、1番目に起動されるルーチン。
hql[] の読み込みと、カレント hql ファイルのコピー。

Parameters:

char *FILE_BASE (IN) ベースディレクトリ。

char *HQL_DATA_FILENAME (IN) HQL データ出力用ファイル名。

float hql[] (OUT) HQL データベースの配列。

Returns:

なし。

Function Name:

void CDiaTest::CalcStep2();

読み込みボタンが押された際、2番目に起動されるルーチン。
関節点情報とサイズ情報の出力。

Parameters:

char *FILE_BASE (IN) ベースディレクトリ。

char *JOINT_POSITION_FILENAME (IN) 関節座標出力ファイル名。

char *SIZE_PARAMETER_FILENAME (IN) サイズ出力用ファイル名。

float hql[] (IN) HQL データベースの配列。

Returns:

なし。

Function Name:

BOOL CDiaTest::OnInitDialog();

ダイアログボックスの初期化時に起動されるルーチン。

Parameters:

なし。

Returns:

常に TRUE.

=====
プログラム名：CMDTLoad/modal.cpp

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnFileSelect()
ファイル選択時に起動されるルーチン.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnDtLoad()
読み込みボタンが押された際に起動されるルーチンその1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

2.2 データセーブ

=====
プログラム名：CMDTSave/MODAL.CPP

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnFileSelect();
ファイル選択時に起動されるルーチン.

Parameters:

なし;

Returns:

なし;

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnDtSave();

セーブボタンが押された時に起動されるルーチン。

Parameters:

char *FILE_BASE (IN) ベースディレクトリ。
char *JOINT_POSITION_FILENAME (IN) 関節点座標出力ファイル名。
char *SIZE_PARAMETER_FILENAME (IN) サイズ出力用ファイル名。
char *JOINT_EXTENTION (IN) 関節点座標情報ファイルの拡張子。
char *SIZE_EXTENTION (IN) サイズ情報ファイルの拡張子。

Returns:

なし;

Function Name:

```
BOOL CDiaTest::_CopyFile(char* message, char* from_filename,  
                          char* to_filename) {  
    ファイルコピールーチン。  
}
```

Parameters:

char *message (IN) 処理時の表示メッセージ
char *from_filename (IN) コピー元のファイル名
char *to_filename (IN) コピー先のファイル名

Returns:

TRUE: コピー成功
FALSE: コピー失敗

3 代表体型

=====
プログラム名 : CMStat/LocalCalc.cpp

Function Name:

```
void CDiaTest::InitLocalCalc()  
    ダイアログが発生した時に実行されるルーチン1。
```

Parameters:

なし。

Returns:

なし。

Function Name:

void CDiaTest::InitHqlIDT()

float *hql[], *perc[] の初期化ルーチン.

Parameters:

float *hql[] (OUT) 各レコードの HQL データ.

float *perc[] (OUT) 各レコードのパーセンタイルデータ.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::LoadDT()

データ読み込みルーチン.

Parameters:

int dt_cnt (OUT) データ数.

int id[] (OUT) 各レコードのデータ ID.

char origin_dt[][] (OUT) 各レコードの出身地.

char sex_dt[] (OUT) 各レコードの性別.

float age_dt[] (OUT) 各レコードの年齢.

float *hql[] (OUT) 各レコードの HQL データ.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::GetCondition()

計算対象を選び出す条件を調べるルーチン.

Parameters:

char origin[] (OUT) 出身地.

float age_from, age_to (OUT) 年齢の下限と上限

Returns:

なし.

Function Name:

int sort_in_hql(const void *x, const void *y)

ソートを行うルーチン.

Parameters:

int sort_key (IN) ソートする HQL 番号のキー.

float *x, *y (IN) ソート対象の配列ポインタ.

Returns:

1: x[sort_key] > y[sort_key]
-1: x[sort_key] < y[sort_key]
0: x[sort_key] = y[sort_key]

Function Name:

int sort_in_height(const void *x, const void *y)
身長ベースでのソートを行うルーチン。

Parameters:

int sort_key (IN) ソートする HQL 番号のキー。
float *x, *y (IN) ソート対象の配列ポインタ。

Returns:

sort_in_hql(x, y) と同じ。

Function Name:

void CDiaTest::CalcDT()
計算ボタンが押された時に実行されるルーチン 2。

Parameters:

int dt_cnt (IN) データ数。
int MAX_HQL_ID (IN) HQL 番号の最大値。
float hql_05[], hql_50[], hql_95[] (OUT) 各パーセントイルの
HQL データ値

Returns:

なし。

Function Name:

void CDiaTest::_OnBtnFileSelect()
ファイル選択ボタンが押された時に実行されるルーチン 2。

Parameters:

なし。

Returns:

なし。

Function Name:

void CDiaTest::_OnInitDialog()

ダイアログが発生した時に実行されるルーチン 2.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::_OnBtnLoadAndCalc()

読み込みと計算ボタンが押された時に実行されるルーチン 2.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::_OnRdMale()

男性ボタンが押された時に実行されるルーチン 2.

Parameters:

char sex (OUT) 選択された性別を保持.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::_OnRdFemale()

女性ボタンが押された時に実行されるルーチン 2.

Parameters:

char sex (OUT) 選択された性別を保持.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::_OnBtnSave()

セーブボタンが押された時に実行されるルーチン 2.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

=====

プログラム名 : CMStat/MODAL.CPP

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnFileSelect()

ファイル選択ボタンが押された時に実行されるルーチン1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnLoadAndCalc()

読み込みと計算ボタンが押された時に実行されるルーチン1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::OnRdMale()

男性ボタンが押された時に実行されるルーチン1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::OnRdFemale()

女性ボタンが押された時に実行されるルーチン1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

Function Name:

void CDiaTest::OnBtnSave()

セーブボタンが押された時に実行されるルーチン1.

Parameters:

なし.

Returns:

なし.

4 変更

4.1 姿勢変更

====
プログラム名: cmFKApi/cmCalc.h

cmDtor --- Degree を Radian に変換する

Parameters:

x (I) 入力実数値

cmDtor --- Radian を Degree に変換する

Parameters:

x (I) 入力実数値

cmZero --- 指定された値がゼロであるか調べる (長さの次元は1)

Parameters:

x (I) 入力実数値

cmPositive --- 指定された値が正の数であるか調べる (長さの次元は 1)

Parameters:

x (I) 入力実数値

cmNegative --- 指定された値が負の数であるか調べる (長さの次元は 1)

Parameters:

x (I) 入力実数値

cmSame --- 指定された 2 つの値が同値であるか調べる (長さの次元は 1)

Parameters:

x, y (I) 2 つの入力実数値

cmCompare --- 2 つの実数値の大小を比較する (長さの次元は 1)

Parameters:

x, y (I) 2 つの入力実数値

Returns:

1 x > y

0 x = y

-1 x < y

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmFKApi.h

Class: cmFKApi =====

cmFKApi();

~cmFKApi();

int setup();

int loadPose(const char *fname);

int savePose(const char *fname);

int initPose();

cmFKSeg *prevSeg(int cId) const;

cmFKSeg *currSeg(int cId) const;

cmFKSeg *nextSeg(int cId, int nId) const;

```
int doFK(int cId, AcGeMatrix3d &rotMat);
```

```
void jointVisibility(int);
```

```
void drawSkelton(int);
```

```
cmTrackBall *getTrackBall() const;
```

```
cmRangeChecker *getRangeChecker() const;
```

cmFKApi::currSeg --- 現在の回転対象の部位を得る .

Function:

cId で指定された部位を示すクラス cmFKSeg へのポインタを得る .

Parameters:

int cId (I) 回転対象となる部位の Id

Returns:

現在の cmFKSeg へのポインタ . 異常終了の場合は NULL を返す .

cmFKApi::nextSeg --- 現在の回転対象の部位の外側の部位を得る .

Function:

部位のリンク情報から , cId で指定された部位の外側の部位を示すクラス cmFKSeg へのポインタを得る .

Parameters:

int cId (I) 回転対象となる部位の Id

int nId (I) 外側の部位の中の順番

Returns:

外側の cmFKSeg へのポインタ . 異常終了の場合は NULL を返す .

cmFKApi::prevSeg --- 現在の回転対象の部位の内側の部位を得る .

Function:

部位のリンク情報から , cId で指定された部位の内側の部位を示すクラス cmFKSeg へのポインタを得る .

Parameters:

int cId (I) 回転対象となる部位の Id

Returns:

内側の cmFKSeg へのポインタ . 異常終了の場合は NULL を返す .

cmFKApi::getTrackBall --- トラックボールへのポインタを得る.

Function:

トラックボール・オブジェクトへのポインタを得る.

Parameters:

なし

Returns:

cmTrackBall * トラックボールへのポインタ

cmFKApi::getRangeChecker --- 可動域チェッカーへのポインタを得る.

Function:

可動域をチェックするオブジェクトへのポインタを得る.

Parameters:

なし

Returns:

cmRangeChecker * 可動域チェッカーへのポインタ

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmFKErrorCode.h

cmFKCheckError --- エラーをチェックし, 指定されたエラーコードを投げる.

Function:

テスト表現 `tstExpr` が偽ならば, `err` で指定されたエラー・コードを投げる. もしアプリケーションが `DEBUG` バージョンでコンパイルされている場合, エラー・コードとエラーが発生したファイル名, ライン番号を AutoCAD のコマンド入力エリアに出力する. エラー・コードは `cmFKErrorCode` で定義される. 本マクロは `try {}` 文の中でコールされ, `throw` されたエラー・コードは `catch (cmFKErrorCode err) {}` の中で処理すべきである.

Parameters:

int `tstExpr` (I) テスト表現(Boolean 値)
cmFKErrorCode `err` (I) 投げるべきエラー・コード

Returns:

なし

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmFKSeg.h

Class: cmFKSeg =====

```
cmFKSeg(int sId, AcDbObjectId bId, AcDbObjectId jId, const char *name);  
~cmFKSeg();
```

```
// Id, 名前, 形状データ
```

```
int      getId() const;  
AcDbObjectId  getObjectId(int) const;  
const char    *getName(int) const;  
AcDbBlockReference  *getEntity(AcDb::OpenMode, int);
```

```
// 自由度
```

```
void      setDOF(char);  
char      getDOF() const;
```

```
// 角度, 可動域
```

```
int      initAngle();  
void      setRangeAngle(int, double, double);  
void      getRangeAngle(int, double *, double *) const;  
double      getAngle(int);  
void      setAngle(int, double);
```

```
void      setRotation(AcGeMatrix3d &);  
AcGeMatrix3d  getRotation() const;
```

```
// 位置, 座標系
```

```
int      setJointPos(AcGePoint3d &);  
int      setBlockPos(AcGePoint3d &, AcGeVector3d &);  
AcGeVector3d  *getWCS();
```

```
// 回転行列読み書き
```

```
int      read(ifstream &);  
int      write(ofstream &);
```

```
void      visibility(int, int);
```

cmFKSeg::getId --- 部位の cmSegType での Id を得る .

Function:

部位の cmSegType での Id 番号を返す . AutoCAD の Id ではない .

Parameters:

なし

Returns:

int 部位の cmSegType での Id.

cmFKSeg::getObjectId --- 部位の AutoCAD 内での Id を得る .

Function:

部位の AutoCAD 内での Id 番号を返す . cmSegType の Id ではない .

Parameters:

int elmType (I) ブロック / 関節点の属性の指定

Returns:

AcDbObjectId 部位の AutoCAD 内での Id.

cmFKSeg::setRangeAngle --- 部位の X, Y, Z 軸の可動域を角度でセットする .

Function:

部位のローカル座標系の各軸が基準となる部位の座標系に対して回転できる角度の上限と下限をセットする .

Parameters:

int axis (I) 軸(X/Y/Z)
double min (I) 最小回転角度(ラジアン)
double max (I) 最大回転角度(ラジアン)

Returns:

なし

cmFKSeg::getRangeAngle --- 部位の X, Y, Z 軸の可動域を角度として得る .

Function:

部位のローカル座標系の各軸が基準となる部位の座標系に対して回転できる角度の上限と下限を得る .

Parameters:

int axis (I) 軸(X/Y/Z)

double *min(O) 最小回転角度(ラジアン)
double *max (O) 最大回転角度(ラジアン)

Returns:
なし

cmFKSeg::setDOF --- 自由度をセットする.

Function:
この部位の関節の自由度を設定する.

Parameters:
char v (I) 自由度を表現するビットを含むフラグ

Returns:
なし

cmFKSeg::setDOF --- 自由度を得る.

Function:
この部位の関節の自由度を得る.

Parameters:
なし

Returns:
char 自由度を表現するビットを含むフラグ

cmFKSeg::setAngle --- 部位のある 1 軸の回転角度をセットする.

Function:
部位のローカル座標系の指定した 1 軸における, 基準となる
部位の座標系に対しての現在の回転角度をセットする.

Parameters:
int axis (I) 軸(X/Y/Z)
double angle (I) 回転角度(ラジアン)

Returns:
なし

cmFKSeg::getAngle --- 部位のある 1 軸の回転角度を得る.

Function:

部位のローカル座標系の指定した1軸における,基準となる
部位の座標系に対しての現在の回転角度を返す.

Parameters:

int axis (I) 軸(X/Y/Z)

Returns:

double 回転角度(ラジアン)

cmFKSeg::getRotation --- 部位の相対的回転行列を得る.

Function:

現在の部位の基幹部位に対する相対的な回転行列を得る.

Parameters:

なし

Returns:

AcGeMatrix3d 回転行列

cmFKSeg::setRotation --- 部位の相対的回転行列をセットする.

Function:

現在の部位の基幹部位に対する相対的な回転行列をセットする.

Parameters:

AcGeMatrix3d &rotMat (I) 回転行列

Returns:

なし

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmPList.h

Class: cmPList =====

```
cmPList();  
cmPList(const cmPList &pl);  
cmPList(int initSize);  
virtual ~cmPList();
```

```

void append(void *ptr);
int      find(const void *ptr) const;
void insert(void *ptr, int addBefore);
void remove(int which);
int      getLength() const;
void truncate(int start);
void copy(const cmPList &pl);

cmPList& operator =(const cmPList &pl);
void *&  operator [] (int i) const;

int  operator ==(const cmPList &pl) const;
int  operator !=(const cmPList &pl) const;

```

```

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmRangeChecker.h

```

```

Class: cmRangeChecker =====

```

```

cmRangeChecker(){ };
~cmRangeChecker(){ };

int setup(cmFKSeg *prev, cmFKSeg *curr, cmFKSeg *next);
int check(AcGeMatrix3d &m);

```

```

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmTrackBall.h

```

```

Class: cmTrackBall =====

```

```

cmTrackBall(){ };
~cmTrackBall(){ };

void init(double size, int w, int h);
void start(int x, int y);
void motion(int x, int y);
AcGeMatrix3d matrix();

```

```

=====

```

プログラム名 : cmFKApi/cmCalc.cpp

cmMatrixToAngle --- 行列から x,y,z 軸の回転角度を得る .

Function:

行列から x, y, z 軸に関するそれぞれの回転角度を抽出する .

Parameters:

AcGeMatrix3d &mat (I) 行列
double angle[3] (O) 回転角度(ラジアン)

Returns:

なし

=====
プログラム名 : cmFKApi/cmFKApi.cpp

cmGetFKApi --- cmFKApi のインスタンスへのポインタを得る .

Function:

cmFKApi のインスタンスへのポインタを返す .

Parameters:

なし

Returns:

cmFKApi * cmFKApi のインスタンスへのポインタ

cmFKApi::setup --- cmFKApi クラス全体を初期化する .

Function:

本メソッドは , AutoCAD 上にロードされたコンピュータ・マネキン
の形状データに Forward Kinematics(順運動学)にしたがったポーズをつける
ための API を提供する cmFKApi クラスに必要なインスタンスを , すべて
構築した上で初期化する . DWG ファイルを読み直した場合は , 必ずコール
する必要がある .

Parameters:

なし

Returns:

TRUE 正常終了

FALSE 異常終了

cmFKApi::initPose --- コンピュータ・マネキンのポーズを初期化する。

Function:

AutoCAD の画面上に現在表示されているコンピュータ・マネキンのポーズを、デフォルトの姿勢（直立）に初期化する。

Parameters:

なし

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKApi::loadPose --- ポーズデータをロードする。

Function:

fname で指定されたファイル名をもつポーズデータをロードし、コンピュータ・マネキンの姿勢をそのデータに基づいて変更する。

Parameters:

const char *fname (I) ポーズデータのファイル名

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKApi::savePose --- ポーズデータをセーブする。

Function:

AutoCAD の画面上に現在表示されているコンピュータ・マネキンのポーズデータをセーブする。このデータは、cmFKApi::loadPose で再読み込みが可能である。

Parameters:

const char *fname (I) ポーズデータのファイル名

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKApi::doFK --- 部位群を入力行列で相対的に回転する .

Function:

cId で指定された部位の構成要素 (関節点, ブロック) を rotMat で指定した行列を乗算することによって相対的に回転させる . さらにこの部位の回転に合わせて, この部位に隣接する部位のうち腰の部位より遠い側のすべての部位の位置を適切に再配置する .

Parameters:

int cId (I) 回転対象となる部位の Id
AcGeMatrix3d &rotMat (I) 回転行列

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKApi::jointVisibility --- 関節点の表示・消去を制御する .

Function:

関節点の表示・消去を制御する . bool で指定された値が TRUE ならば関節点を表示し, FALSE ならば消去 (非表示) にする .

Parameters:

int bool (I) 表示・消去を示すフラグ

Returns:

なし

cmFKApi::drawSkelton --- スケルトンを一時的に表示する .

Function:

スケルトンを一時的に表示する . 指定された色で描画できる .

Parameters:

int col (I) 表示する色

Returns:

なし

=====

プログラム名：cmFKApi/cmFKError.cpp

cmGetErrorMsg --- 指定されたエラー・コードに対応するメッセージを得る。

Function:

errCode で指定されたエラー・コードに対応したエラー・メッセージを返す。エラー・メッセージは cmFKError.cpp の中でエラー・コードごとに定義されている。

Parameters:

cmFKErrorCode err (I) エラー・コード

Returns:

const char * エラー・メッセージ文字列へのポインタ

=====

プログラム名：cmFKApi/cmFKPoser.cpp

cmInitFKApi --- マネキンの姿勢制御システムを初期化する。

Function:

マネキンの姿勢制御システムを初期化する。本関数は、AutoCAD にコマンド "cm_init_fkposer" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmInitPose --- マネキンの姿勢を初期化する。

Function:

マネキンの姿勢を初期化する。本関数は、AutoCAD にコマンド "cm_init_pose" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmLoadPose --- マネキンの姿勢データをロードする。

Function:

マネキンの姿勢データをロードする。本関数は、
AutoCAD にコマンド "cm_load_pose" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmSavePose --- マネキンの姿勢データをセーブする。

Function:

マネキンの姿勢データをセーブする。本関数は、
AutoCAD にコマンド "cm_save_pose" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmShowReach --- マネキンの到達域を表示する。

Function:

マネキンの両腕の最大到達域を画面に表示する。
AutoCAD にコマンド "cm_show_reach" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmHideReach --- マネキンの到達域を画面から消去する。

Function:

マネキンの両腕の最大到達域を画面から消去する。
AutoCAD にコマンド "cm_hide_reach" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmShowVArea --- マネキンの視野を表示する。

Function:

マネキンの注視安定視野を画面に表示する。

AutoCAD にコマンド "cm_show_varea" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

cmShowVArea --- マネキンの視野を消去する。

Function:

マネキンの注視安定視野を画面から消去する。

AutoCAD にコマンド "cm_hide_varea" として登録される。

Parameters:

なし

Returns:

なし

====

プログラム名 : cmFKApi/cmFKSeg.cpp

cmFKSeg::getWCS --- 部位のローカル座標系のワールド座標系での表現を得る。

Function:

部位のローカル座標系(ECS)の各軸をワールド座標系に変換した
ときの各軸のベクトルを返す。

Parameters:

なし

Returns:

AcGeVector3d * 座標系の X, Y, Z 軸ベクトルの配列へのポインタ

cmFKSeg::initAngle --- 部位の X, Y, Z 軸の回転角度をゼロに初期化する .

Function:

部位のローカル座標系の各軸が基準となる部位の座標系に対して回転している角度をゼロに初期化する .

Parameters:

なし

Returns:

TRUE 正常終了

FALSE 異常終了

cmFKSeg::getName --- 部位の cmAttCode での名前を得る .

Function:

部位の cmAttCode での名前を返す . AutoCAD の名前ではない .

Parameters:

AcDb::OpenMode (I) AcDb::kForRead/AcDb::kForWrite

int elmType (I) ブロック / 関節点の属性の指定

Returns:

AcDbBlockReference * 部位の AutoCAD 形状データへのポインタ
誤ったタイプが指定された場合,
NULL を返す .

cmFKSeg::getEntity --- 部位の AutoCAD 形状データを得る .

Function:

部位の AutoCAD 形状データ(AcDbBlockReference)を得る .

Parameters:

AcDb::OpenMode (I) AcDb::kForRead/AcDb::kForWrite

int elmType (I) ブロック / 関節点の属性の指定

Returns:

AcDbBlockReference * 部位の AutoCAD 形状データへのポインタ
Entity のオープンに失敗した場合,
NULL を返す .

cmFKSeg::setJointPos --- 部位の関節点データの位置をセットする.

Function:

部位(cmFKSeg)を構成する要素のうち, 関節点の座標値をセットする. この座標値は, 実際の AutoCAD の形状データに直接書き込まれる.

Parameters:

AcGePoint3d &pos (I) 関節点の座標値

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKSeg::setBlockPos --- 部位のブロックデータの位置をセットする.

Function:

部位(cmFKSeg)を構成する要素のうち, ブロックの座標値をセットする. この座標値は, 実際の AutoCAD の形状データに直接書き込まれる.

Parameters:

AcGePoint3d &pos (I) 関節点の座標値
AcGeVector3d &vec (I) 関節点からブロックへのベクトル

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKSeg::read --- 入力ファイルストリームから, 回転行列を読み込む.

Function:

入力ファイルストリームから, 回転行列(3x3)を読み込み, 一時バッファに保存する. 本メソッドは, 直接 AutoCAD の形状データの回転行列に値を書き込むことはしない.

Parameters:

ifstream ifs& (I) 入力ファイルストリーム

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKSeg::write --- 現在の回転行列を出力ファイルストリームへ書き出す。

Function:

部位の現在の回転行列(3x3)を、出力ファイルストリームへバイナリデータとして書き出す。本メソッドで書き出されたデータは、cmFKSeg::read を使って再読み込みできる。

Parameters:

ofstream ofs& (I) 出力ファイルストリーム

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmFKSeg::visibility --- 部位を構成する要素の可視性を制御する。

Function:

部位を構成する要素（関節点、ブロック）の表示・消去を制御する。

Parameters:

int elmType (I) JNT or BLK
int bool (I) 表示・消去

Returns:

なし

=====
プログラム名：cmFKApi/cmPList.cpp

cmPList::append --- リストにポインタを追加する。

Function:

現在のポインタリストの末尾に ptr で指定されたポインタを追加する。

Parameters:

void *ptr (I) ポインタ

Returns:

なし

cmPList::getLength --- リスト内の要素の数を取得する。

Function:

現在のポインタリストに含まれるポインタの数を取得する。

Parameters:

なし

Returns:

int ポインタの数

cmPList::truncate --- ポインタ群をリストから削除する。

Function:

start で指定された位置より後のポインタをすべて削除する。

Parameters:

int start (I) 削除を開始したいポインタの位置

Returns:

なし

cmPList::operator[] --- 指定したポインタをリストから取得する。

Function:

i で指定したポインタにランダムアクセスする。

Parameters:

int i (I) ポインタのインデックス番号

Returns:

(void *) i 番目のポインタ

cmPList::find --- 指定したポインタがリストにあるか調べる。

Function:

ptr で指定されたポインタがリスト中にあるか調べる。

Parameters:

void *ptr (I) ポインタ

Returns:

リストに存在する: インデックス番号
リストに存在しない: -1

cmPList::insert --- 指定したポインタを指定した場所に挿入する.

Function:

ptr で指定されたポインタを addBefore で指定した
インデックス番号に挿入する.

Parameters:

void *ptr (I) ポインタ
int addBefore (I) 挿入したいインデックス番号

Returns:

なし

cmPList::remove --- 指定したポインタをリストから削除する.

Function:

which で指定されたインデックス番号のポインタを
リストから削除する.

Parameters:

int which (I) 削除したいインデックス番号

Returns:

なし

cmPList::expand --- ポインタリストのサイズを拡張する.

Function:

ポインタリストのサイズを size まで拡張する.

Parameters:

int size (I) 確保したいリストのサイズ

Returns:

なし

cmPList::copy --- ポインタリストをコピーする.

Function:

ポインタリストをコピーする。

Parameters:

const cmPList &pl (I) コピーもとのリスト

Returns:

なし

cmPList::operator = --- ポインタリストをコピーして代入する。

Function:

代入演算子の役割を果たす。

Parameters:

const cmPList &pl (I) 代入もとのリスト

Returns:

cmPList & this の実体

cmPList::operator == --- ポインタリストの内容が等しいか調べる。

Function:

ポインタリストの内容が等しいか調べる。

Parameters:

const cmPList &pl (I) 比較するリスト

Returns:

二つのリストは等しい: TRUE

二つのリストは異なる: FALSE

cmPList::operator != --- ポインタリストの内容が異なっているか調べる。

Function:

ポインタリストの内容が異なっているか調べる。

Parameters:

const cmPList &pl (I) 比較するリスト

Returns:

二つのリストは異なる: TRUE

二つのリストは等しい: FALSE

=====
プログラム名：cmFKApi/cmRangeChecker.cpp

cmRangeChecker::setup --- cmRangeChecker に必要な情報を設定する。

本メソッドはインスタンス生成後、回転対象のセグメントが変更されたときに一度だけ呼び出す。本メソッドが FALSE を返した場合、このクラスの他のメソッドの動作は保証されない。

Parameters:

cmFKSeg *p (I) 回転セグメントの親セグメントへのポインタ
cmFKSeg *c (I) 回転セグメントへのポインタ
cmFKSeg *n (I) 回転セグメントの子セグメントへのポインタ

Returns:

TRUE 正常終了
FALSE 異常終了

cmRangeChecker::check --- セグメントを行列 m で回転させた場合、
回転後のセグメントの基準セグメントに対する
回転角度が可動域内であるかあらかじめ調べる。

Parameters:

AcGeMatrix3d &m (I) 回転行列への参照

Returns:

TRUE 回転角度は可動域内
FALSE 回転角度は可動域外

=====
プログラム名：cmFKApi/cmTrackBall.cpp

cmTrackBall::init --- トラックボールに必要な情報を初期化する。

本メソッドはトラックボールの他のメソッドを呼び出す前にコールする。

Parameters:

double size (I) 回転セグメントからピックした点までの距離
int w (I) AutoCAD の viewport の幅
int h (I) AutoCAD の viewport の高さ

Returns:

なし

`cmTrackBall::start` --- トラックボール機能を開始する。

実際には、ドラッグボール機能開始時のカーソルのスクリーン座標での位置を保持する。

Parameters:

int x (I) カーソルの X 座標値

int y (I) カーソルの Y 座標値

2.2 プログラム操作説明

1 前準備

コンピュータ・マネキン・システムを使用するに当たって、まずMechanical Desk Top(以下 MDT) を使って、マネキンデータを表示する必要があります。エクスプローラ内で

C:\¥CM¥run.bat

のアイコンをダブルクリックして下さい。MDTの立ち上げには約2分かかります(Pentium 233MHz, 96MB RAM, VRAM 4MB の場合)。

2 メインメニュー

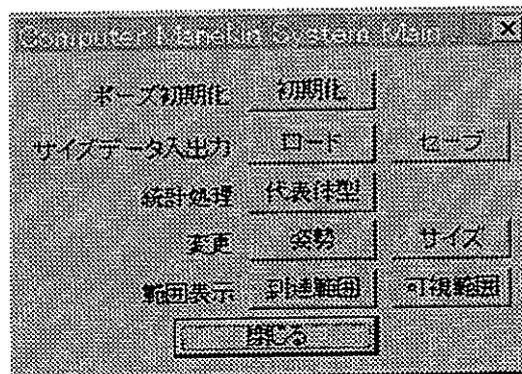
MDTでコンピュータ・マネキンをコントロールするためのメイン・メニューを立ち上げるには、コマンドラインから

Command: cm_main_menu

と入力して下さい。

メインメニューには、以下の機能呼び出すボタンが表示されます。

- ・ポーズ初期化：「初期化」
- ・サイズデータ入出力：「ロード」「セーブ」
- ・統計処理：「代表体型」
- ・変更：「姿勢」「サイズ」
- ・範囲表示：「到達範囲表示」「可視範囲表示」
- ・終了用ボタン：「閉じる」



以下でそれぞれのボタンについて説明します。

3 ポーズ初期化

システム立ち上げ後、マネキンの姿勢情報をハンドルする必要があるので、この「初期化」ボタンを押す、もしくはコマンドラインから

Command: cm_init_fkposer

と入力して下さい。

4 サイズデータ入出力

コンピュータ・マネキンのサイズ情報のデータ入力には「ロード」ボタン、出力には「セーブ」ボタンを押します。以下に、それぞれの機能について説明します。

4.1 サイズデータロード

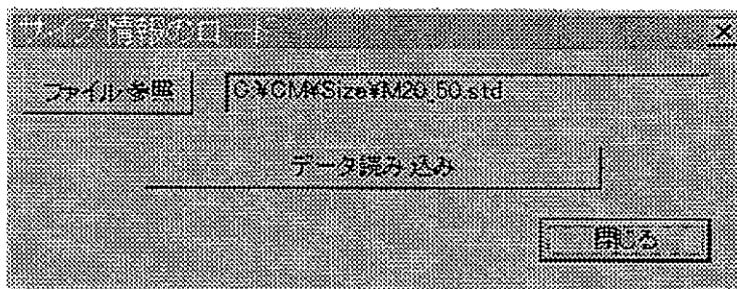
メインメニューの「ロード」ボタンを押すと、図のようなウィンドウが現れます。読み込むファイルのファイル名を「ファイル参照」ボタンで指定します。このボタンを押すと、ファイル参照用のダイアログボックスが表示されますので、適当なファイルを選択してください。ファイル名を決定後、「データ読み込み」ボタンを押してデータ入力を行います。

MDTの制約により、コンピュータ・マネキンのサイズ情報をウィンドウ上のデータ読み込みボタンで更新することは困難なため、対話的な方法でこの操作を行います。データ読み込み後、コマンドラインから

Command: cm_size_load

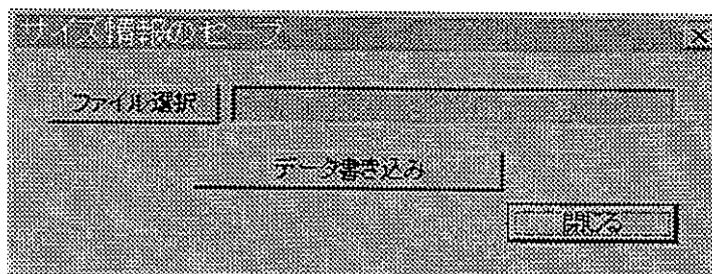
Command: cm_init_pose

と入力して下さい。なお、cm_size_loadの実行には約1分かかります。



4.2 サイズデータセーブ

メインメニューの「セーブ」ボタンを押すと、図のようなウィンドウが現れます。書き込むファイルのファイル名を絶対パスで直接入力するか、書き込むファイル名を「ファイル参照」ボタンによって表示されるダイアログボックス内で選択します。ファイル名を決定後、「データ書き込み」ボタンを押してデータ出力を行います。すでに存在するファイルを指定した場合は、そのファイルに上書きされますので、重要なファイルに上書きしないよう注意してください。



5 代表体型

「代表体型」ボタンを押すと、大規模データベースからデータを読み込んで統計処理により代表的と考えられる体型情報を作成したり、必要に応じて情報をセーブしたりするためのメニューを表示します。

まず「DBファイルの選択」ボタンによりデータベースファイル選択用のダイアログボックスを開き、適当なデータベースファイルを選択します。次に、データベース内のレコードのうち、統計処理

に用いるレコードを選び出すためのキー（出身地、年齢、性別）を指定します。出身地等の条件はANDで評価されます。出身地を空白にすると全出身地が対象となります。また、年齢の右欄を空白にすると、左欄の年齢±0.5才が対象となります。これらの指定をしてから「DBの読み込みと計算」ボタンを押すと、代表体型が計算されます。検索条件の確認とヒットデータ数がポップアップウィンドウに表示されますので、それぞれのウィンドウでOKと入力してください。

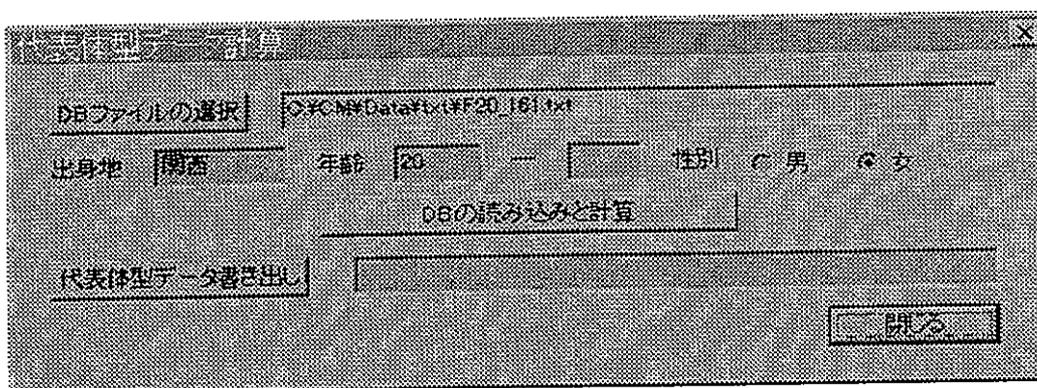
計算された代表体型の情報をファイルに書き出すためには「代表体型データ書き出し」ボタンを押します。書き出すファイルは「DBファイルの選択」の情報をもとに自動的に決定されますが、手入力でファイル名を編集することも可能です。「代表体型データ書き出し」ボタンを押すと、「DBファイル名から拡張子を取り除いたもの+_{05,50,95}.std」というファイル名のファイルが生成されます。ここで、

_05: 身長0～10パーセントイルデータの平均

_50: 身長40～60

_95: 身長90～100

を意味します。例えばDB名が"female20.txt"とすると、"female20_05.std", "female20_50.std", "female20_95.std"の3つのファイルが生成されます。この処理によって生成された各パーセントイルの体型データファイルは、サイズデータ入力機能を使ってマネキンのサイズに反映させることが可能です。



6 変更

このシステムでは、コンピュータマネキンの姿勢変更とサイズ変更を可能にするメニューが準備されています。

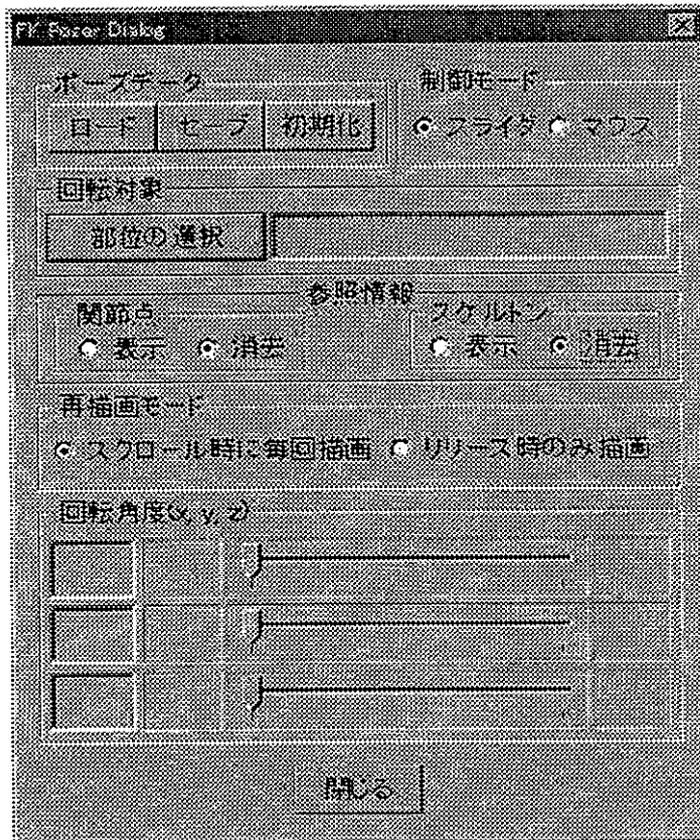
6.1 姿勢

メインメニューの「姿勢」ボタンを押すと、コンピュータ・マネキンの姿勢を変更するための制御ウィンドウが表示されます。表示された制御ウィンドウを閉じた場合は、MDTのコマンド入力フィールドで、2, 3回Escキーを押してください。以下に実際の制御ウィンドウを示します。

制御ウィンドウには、以下の機能呼び出ボタンやスライダなどの部品が配置されています：

- ・ ポーズデータ：「ロード」「セーブ」「初期化」ボタン
- ・ 制御モード：「スライダ」「マウス」ラジオボタン
- ・ 回転対象：「部位の選択」ボタン
- ・ 再描画モード：「トラック毎」「リリース毎」ラジオボタン
- ・ 参照情報：「関節点：表示・消去」「スケルトン：表示・消去」ラジオボタン
- ・ 回転角度：上から順に「X」、「Y」、「Z」数値入力つきスライダおよび可動域表示

以下でそれぞれのボタンについて説明します。



6.1.1 ポーズデータ

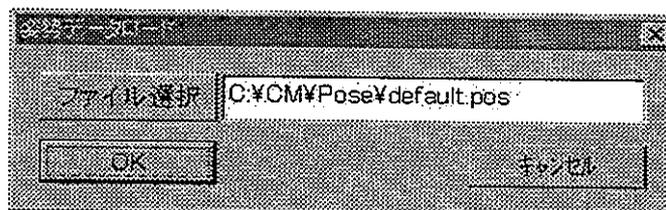
コンピュータ・マネキン・システムであらかじめ用意してあるプリセットポーズデータや過去に作成したポーズデータを読み込み、現在のコンピュータ・マネキンに反映させるには、「ロード」ボタン、現在のコンピュータ・マネキンの姿勢データの保存には「セーブ」ボタン、そしてコンピュータ・マネキンの姿勢を初期状態（立位）に戻すには「初期化」ボタンを押します。



● ロード

制御ウィンドウの「ロード」ボタンを押すと、次のようなウィンドウが表示されます。

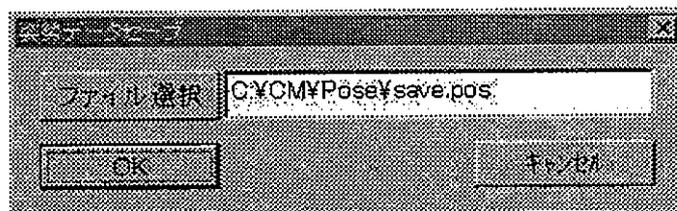
ロードする姿勢データのファイル名を「ファイル選択」ボタンで指定します。このボタンを押すとファイル選択用のダイアログボックスが表示されますので、読み込む姿勢データファイル名を指定してください。ファイル名を決定後、「OK」ボタンを押してデータ入力を開始します。入力が正常に終了すると、コンピュータ・マネキンの姿勢は更新されます。



● セーブ

制御ウィンドウの「セーブ」ボタンを押すと、次のようなウィンドウが表示されます。

セーブする姿勢データのファイル名を「ファイル選択」ボタンで指定します。このボタンを押すとファイル選択用のダイアログボックスが表示されますので、書き込みむ姿勢データファイル名を指定してください。ファイル名を決定後、「OK」ボタンを押してデータ出力を開始します。



● 初期化

制御ウィンドウの「初期化」ボタンを押すと、コンピュータ・マネキンの姿勢は自動的に初期状態（立位）に戻ります。

6.1.2 制御モード

コンピュータ・マネキンの姿勢を制御するインターフェイスを制御モードで選択できます。

インターフェイスは「スライダ」もしくは「マウス」が選べます。



● スライダ

「スライダ」ラジオボタンを押すと、制御ウィンドウ上の数値入力つきスライダーを使ってコンピュータ・マネキンの姿勢を変更するモードになります。制御ウィンドウ起動時のデフォルトの状態はこの「スライダ」ボタンを押した状態です。実際に数値入力つきスライダーを動かすには、回転対象セクションの「部位の選択」ボタンを押して、画面上で回転対象の部位をひとつだけ選択する必要があります。

● マウス

「マウス」ラジオボタンを押すと、画面上のマウスドラッグによりコンピュータ・マネキンの姿勢を変更するモードに入ります。実際に部位を回転させるには、回転対象セクションの「部位の選択」ボタンを押して、画面上で回転対象の部位を一つだけ選択する必要があります。MDTのコマンド入力フィールドから、複数の立体の入力を促されますが、回転させたい部位を選択した状態で、リターンキーを押してください。

6.1.3 回転対象

回転対象の部位を画面上で選択し、現在の制御モードでコンピュータ・マネキンの姿勢制御ができるようになります。



● 部位の選択

「部位の選択」ボタンを押すと、画面に表示された部位をピックするモードに入ります。

カーソルを回転したい部位にあわせ、マウス左ボタンを押してください。部位の選択に成功すると、選択された部位の名称が「部位の選択」ボタンの横に表示されます。

6.1.4 再描画モード

制御モードで「スライダ」ラジオボタンが選択されているときにのみ有効なモードです。

数値入力つきスライダでコンピュータ・マネキンの姿勢を制御する時には、表示されているデータの量によっては画面の再描画がたいへん遅くなることがあります。場合によって最適な再描画モードを選択できます。



● スクロール時に毎回描画

「スクロール時に毎回描画」ボタンを押すと、スライダをマウスでトラッキングする毎にリアルタイムで画面が再描画されます。姿勢制御の様子が手に取るようになりますが、計算負荷が高いため、データ量の多い場合にはおすすりできません。初期状態では、この「スクロール時に毎回描画」モードが選択されています。

● リリース時のみ描画

「リリース時のみ描画」ボタンを押すと、スライダをマウスでトラッキングし、気に入った場所でマウス左ボタンを離れたときに画面が再描画されるようになります。姿勢制御の様子が若干わかりにくいのが欠点ですが、データ量が多い時などにはこちらをおすすりします。

6.1.5 参照情報

姿勢制御の参照情報として、関節点の位置やスケルトンの情報を視覚的に表示することができます。デフォルトで「消去」が選択された状態になっています。



● 関節点

「表示」ボタンを押すと、関節点の位置を3次元空間上にマーカーとして表示します。

「消去」ボタンを押すと、画面から関節点の位置を示すマーカーを画面から消去します。

● スケルトン

「表示」ボタンを押すと、部位の関節点同士を線で結んだスケルトンを情報として表示します。「消去」ボタンを押すと、部位の関節点同士を線で結んだスケルトンが画面から消去されます。

6.1.6 回転角度

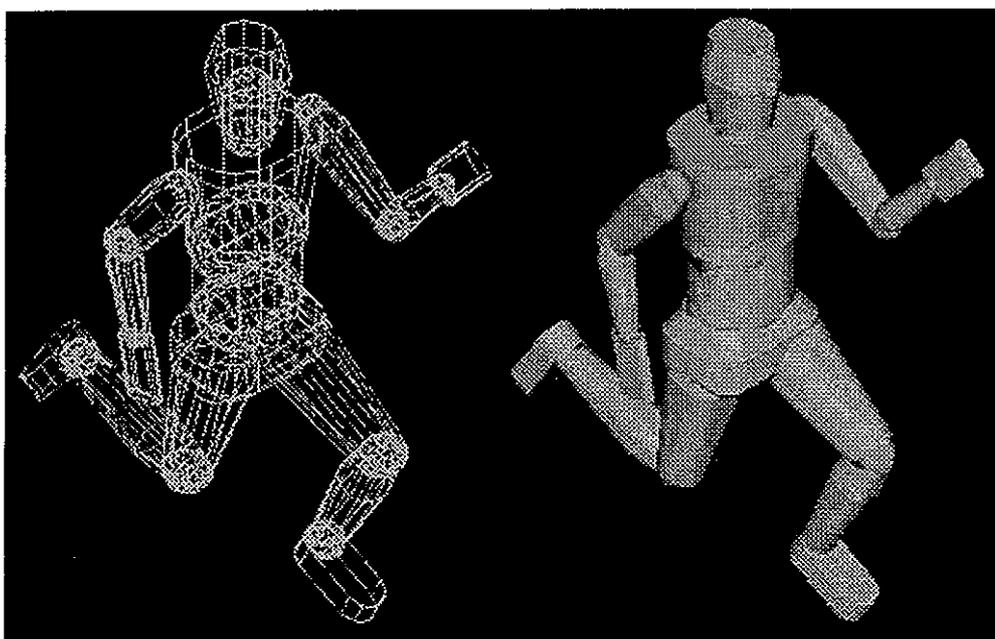
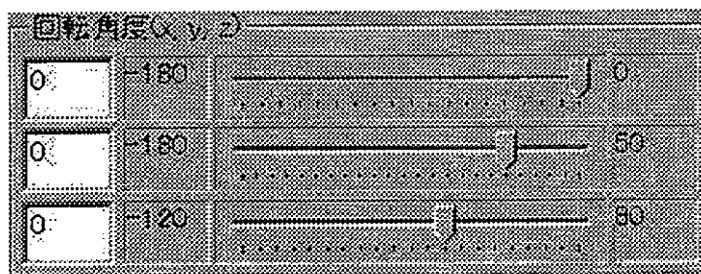
数値入力つきスライダを使って、可動域を確認しながらコンピュータ・マネキンの姿勢を制御できます。このセクションにある部品は、制御モードが「マウス」のときには無効です。また、「部位の選択」ボタンの横に部位の名称が表示されていないときも無効です。

スライダはX, Y, Z軸毎に用意されています。現在選択されている回転対象の部位の基幹部位（隣接する部位のうち、腰に近い側の部位）に対する、現在選択されている部位のローカル座標系での各軸の回転角度を変更できます。スライダの他に、スライダの左横に配置されている数値入力フィールドに角度を入力することによっても、回転角度を変更できます。この際、スライダの左右に表示されている可動域外の角度数値の入力はできません。スライダの値を変更すると、これに連動して数値

入力フィールドの現在の数値が更新されます。これと同時に、再描画モードによって指定されたモードで再描画が行われ、画面上で変更したコンピュータ・マネキンの姿勢が確認できます。

※ スライダーや数値入力フィールドによってある軸の回転角度を変更すると、それに伴って変更される他の軸の回転角度も適切な状態に自動的に変更されます。ただし、マウスによって姿勢制御をした場合の変更はこのスライダーには反映されません。

以下に、本システムによってランニングのポーズをつけた状態のコンピュータ・マネキンの様子を示します。



6.2 サイズ

「サイズ」ボタンを押すと、コンピュータ・マネキンの各部位のサイズを変更するための制御ウィンドウが表示されます。サイズを変更するには、まず、「部位の選択」ボタンを押し、変更したいコンピュータ・マネキンの部位をクリックします。ここで部位名が表示されるので、正しい部位かどうかを確認します。次に、「参照データベース」ボタンを押し、統計処理に用いるデータベースをファイルダイアログを使って指定します。続いて、変更したい部位のサイズ値を入力します。編集可能な軸方向のみ入力可能になっています。複数軸入力された場合は、入力情報のうち、一番下のものが統計処理に用いられます。

「実行」ボタンを押すと、データベース中のデータ数、属性 (HQL ID、新データ値、パーセンタイル、5パーセンタイル値、95パーセンタイル値、元データ値) がポップアップウィンドウに表示されますので、それぞれ OK ボタンを押してください。入力された数値と DB の情報をもとに、他の部位のサイズ値を推定することが困難な場合 (例: データベースのサイズ値の最小値よりも小さい場合や最大値よりも大きい場合) は、変更値を再入力してもう一度「実行」ボタンを押してください。

MDT の制約により、コンピュータ・マネキンのサイズ情報をウィンドウ上のデータ読み込みボタンで更新することは困難なため、対話的な方法でこの操作を行います。実行ボタンを押した後で、コマンドラインから

Command: cm_size_load

Command: cm_init_pose

と入力して下さい。なお、cm_size_load の実行には約 1 分かかります。また、コマンドラインに正しく入力できない場合は、何度か ESC キーを押してください。

変更に使われるアルゴリズムを簡単に説明します。

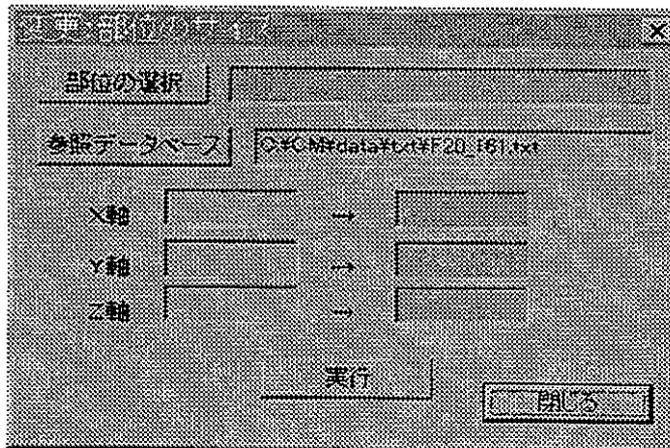
1. サイズ変更を指定されたデータに相当する HQL データを見つけ出す。

例: 大腿 X 成分 → HQL169 / π

2. 入力された値を HQL データに換算。

例: 大腿 X 成分を変更する場合は、入力データ $\times \pi$ が目標となる HQL169 値となる。

3. 得られた HQL 値の、その HQL 項目におけるパーセンタイル値を計算し、その項目において ± 5 パーセンタイルのデータを集め、それらの各項を平均したものを新データ (変更後データ) とする。

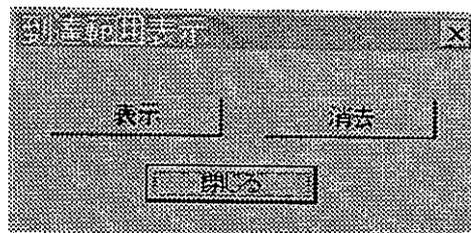


7 範囲表示

コンピュータ・マネキンの腕などが到達する範囲、視野に入っている範囲を表示するためのボタンが用意されています。

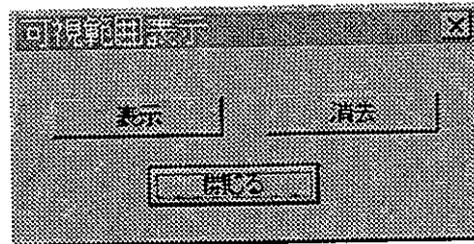
7.1 到達範囲

メインメニューの「到達範囲」ボタンを押すと、腕が到達する範囲を表示あるいは消去するための制御ウィンドウが現れます。「表示」ボタンを押すと、腕を動かした場合の最大到達域を表示するので、障害物などと接触する可能性があるかどうかの確認が目で行えます。なお、このウィンドウの終了後コマンドラインに正しく入力できない場合は、何度か ESC キーを押してください。



7.2 可視範囲

目で見える範囲を表示あるいは消去するための制御ウィンドウが現れます。一本の円錐により、両眼の可視範囲を表示します。可視範囲は、野呂「図説エルゴノミクス」p.292「心理的にみた人体の特性—視覚—、日本規格協会」を参考に決定しました。なお、このウィンドウの終了後コマンドラインに正しく入力ができない場合は、何度かESCキーを押してください。



8 終了方法

サイズ情報のセーブなどの処理をしてから、MDTのメニューでFile→Exitを選んで終了します。

9 付記

9.1 コンピュータ・マネキンを操作する際に用いるMDT独自の機能

9.1.1 セグメントを移動させるには？

1. まず、コマンドラインで「m」と入力します。
2. 次に、移動させるセグメントをマウス左クリックで選びます。選択されたセグメントが点線表示になります。
3. もし選択が正しければ、マウスの右ボタンをクリックします。
4. マウス左ボタンのドラッグによりセグメントの移動を行えます。
5. 移動モードを終わるには、コマンドラインでリターンキーを押してください。

9.1.2 ソリッド表示にするには？

1. コントロールパネル上の  を押す、もしくはコマンドラインから tb_toggle_shadwiref と入力します。

9.1.3 全体を回転させるには？

1. コントロールパネル上の  を押す、もしくはコマンドラインから _avrotate と入力します。
2. マウス左ボタンのドラッグによりマネキンの回転が行えます。
3. 回転モードを終えるには、マウス右ボタンをクリックもしくはリターンキーを押します。

9.1.4 見る方向を変えたり、三面図を表示したりするには？

以下に示す一桁の数字をコマンドラインで入力することにより、表示方法を変えることができます。

1. それまで出ていた複数の図面のうち、アクティブになっていた図面のみの表示にします。
2. 2面図にします。
3. 3面図にします。
4. 4面図にします。
5. アクティブな画面をXY平面への投影図面にします。
6. アクティブな画面をXZ平面への投影図面にします。
7. アクティブな画面をYZ平面への投影図面にします。
8. アクティブな画面をコンピュータ・マネキンから見て左斜め上からの視点(ベクトル(-1,1,-1)と平行な視線方向から見た投影図)の図面にします。

9.1.5 身長など、コンピュータ・マネキンのある部位の長さを測るには？

1. コマンドラインで「7」と入力します。

2. 画面下部の「OSNAP」をダブルクリックし、OSNAPの文字を灰色から黒にします。ポップアップメニューが出たら「end point」「mid point」を選択して「OK」を押してください。
3. コントロールパネル上の  をドラッグし、そのメニュー内の「distance」を選択します。
4. 足の裏の部分からマウス右ボタンでドラッグを開始し、頭頂でボタンを離します (身長を測る場合)。ドラッグの始めと終わりで、□印や△印が足の裏や頭頂で表示されることを確認してください。
5. コマンドラインに各軸方向の距離が表示されます。身長の場合、表示されるZの値が身長値になります。

9.1.7 作成したマネキンをセーブするには？

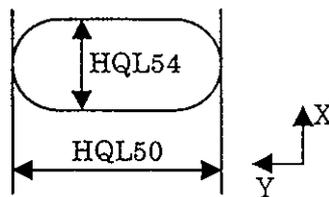
1. コントロールパネルで File→Save As を選択して、出力ファイル名を指定します。重要なファイルに上書きしないように注意してください。

9.2 コンピュータ・マネキン・システムを運用する上での注意

9.2.7 誤差について

身長：身長を「頭蓋・頸椎の関節点の高さ (耳珠高 (HQL 番号 28)) + 関節点から頭頂までの長さ (頭耳高 (HQL 番号 3))」で定義すると、この値は実際の身長値 (HQL 番号 26) とは異なった値になります。この原因としては、個々の測定での計測方法の違いが起因していると考えられます。このような問題がコンピュータ・マネキンで発生するのを抑制するため、頸椎・頭蓋での関節点の位置を上下にずらし、結果的に実測身長と同じ値を示すようにしました。

胸囲などの周囲長：AutoCADにおけるモデリングの制約により、コンピュータ・マネキンの周囲長は、実測の周囲長とは大きく異なると予想されます。例えば、ウエストの場合、マネキンでのXY平面の断面形状は図のように定義されているため、ウエスト囲値が実際の値よりも大きくなります。男女八千体データでのウエスト実測値と右図で定義されるマネキンでのウエスト値との関係を調べたところ、ウエスト実測値の平均値 684.8 mm において +42.7 mm のずれがあることが確認されています。



9.2.2 寸法データロード時の注意

コンピュータ・マネキンの各部位は、AutoCADのモデリング機能 (押し出し、面取り、グループピンなど) を利用したソリッドモデルにより作成されているため、ロードされたマネキンの寸法データにモデル表現上の不具合が発生した場合、モデルそのものが表現不可能になってしまう場合があります。例えば、胴体側面の丸みは面取り機能により作り出されており、左右の体側部がそれぞれ半円となるようモデリングされています。これは「胴体の前後の厚みが横幅よりも短い」という仮定に基づくモデリングといえますが、極端な瘦身データの場合、この仮定に当てはまらない場合が出てくる可能性があります。すなわち、「胴体の前後幅が左右幅よりも長い」場合が発生し、モデリングの拘束等が一部破壊され、モデルが表示不可能となることがあります。このような場合は、コントロールパネル上の  を押して下さい。サイズ変更の前の状態に戻ります。

9.2.3 読み込むコンピュータ・マネキンのデータ

このシステムで運用できるコンピュータ・マネキンは、必ずシステムに添付されたものを用いてください。それ以外のマネキンでは、処理の途中でシステムがダウンすることがあるので注意が必要です。

2.3 HQL 日本人人体計測データベース

本研究開発においては、人体特性データベースとして、HQL 日本人人体計測データベースを利用した。以下、本データベースの概要を示す。

HQL が最初に取り組んだプロジェクトが全国男女 3 万 4 千人の人体サイズ計測データベースの構築であった。

このプロジェクトを進めるにあたり、人間工学、人類学、被服学等の各分野の代表者や官庁関係者、学識経験者等、あらゆる方面の方々がメンバーとして参加し、2 年間の準備期間の後、1992 年（平成 4 年）から 1994 年（平成 6 年）にかけて全国を計測バスによる人体計測キャラバンが巡回した。

(1) データベースの概要

取得したデータは、7 歳から 90 歳代までの 3 万 4 千人の男女の身体各部の寸法 178 項目と 3 次元画像データである。計測人数、項目数、そして画像データの収集の面で世界にも他に類をみない膨大なデータ量である。

提供データ

HQL では、1998 年 2 月現在、以下の計測データを提供している。

- ・生データ … 指定の条件で抽出した個人の各寸法の数値が人数分羅列されたもので、フロッピー等で提供している。
- ・統計データ … 指定の条件で抽出した集団の基本統計値（平均値、最大値、最小値、標準偏差パーセントイル値、度数分布表、ヒストグラム）を提供。
- ・相関データ … 二つの部位寸法の間を知りたい場合によく利用される散布図とクロス数分布表。
- ・3次元画像データ … 全身画像（6mm ピッチ）と部分画像（上半身・下半身・手・顔の細部など。1mm ピッチ～）がある。CAD で広く使用されている DXF フォーマットなどで提供。

今回の計測における最大の特長は、従来は手計測による寸法データの収集のみであったのに対し、レーザー光を利用した 3 次元形状計測器により立体画像データを収集したことである。これは、人体表面のポイント（約 3mm ごとに 1 点）を xyz 座標データとして取り込むもので、単に形状情報の収集だけでなく、2 点間の寸法の計測においても手計測に比べ計測時間の大幅な短縮がはかることができ、さらに異常データのチェック、特別部位間の寸法の計測などさまざまなメリットがある。

データの利用状況としては、HQL では 1994 年からこれらのデータの提供を開始し、衣料品、自動車、家電、OA 機器、医療機器、眼鏡、家具、住宅などさまざまな産業分野における製品設計に役立っている。また衣料品・靴などの JIS サイズ規格改正のための基礎データとしても活用されている。1998 年 2 月現在の利用企業・団体は約 600 社で、延べ 1800 万データを提供した。

利用に関する連絡先：

（社）人間生活工学研究センター（HQL）研究開発部

大阪市北区堂島一丁目 2 番 5 号 堂北ダイビル 3F

TEL:06-346-0234 FAX:06-346-0456

担当：茨木、牧野

以下、コンピュータ・マネキン開発に利用した寸法 178 計測項目を示す。

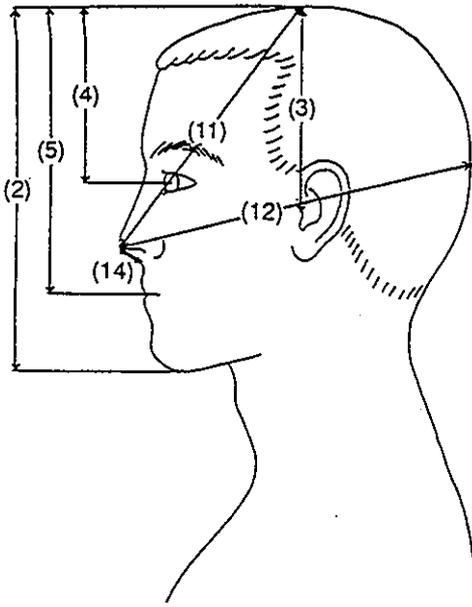


図1

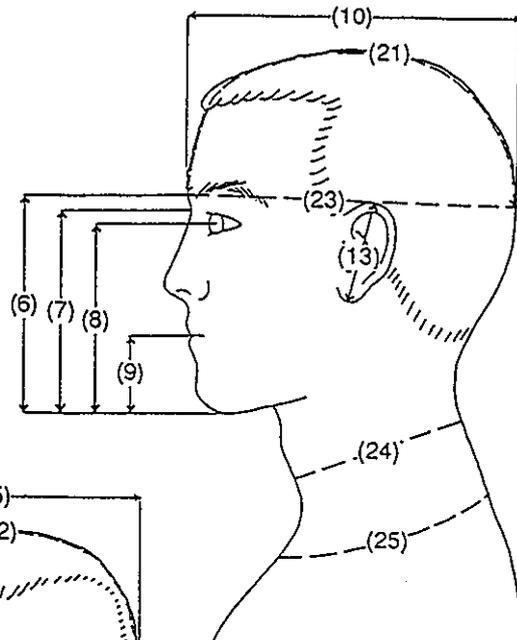


図2

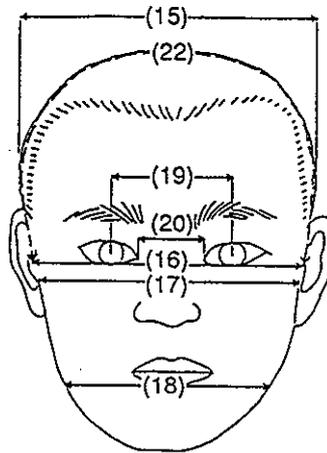


図3

図1～図3については著者の許可を得て改変致しました(保志、1989)

NO	項目名	定義	図番号
1	体重	裸体、あるいはそれに近い着衣での身体の重量	
2	全頭高	頭頂点からオトガイ点までの垂直距離	図1
3	頭耳高	頭頂点から耳珠点までの垂直距離	図1
4	頭頂・瞳孔高	頭頂点から瞳孔中心までの垂直距離 [全頭高(2)-眼・オトガイ高(8)]	図1
5	頭頂・口裂高	頭頂点から口裂点までの垂直距離 [全頭高(2)-口裂・オトガイ高(9)]	図1
6	眉間・オトガイ高	眉間点からオトガイ点までの垂直距離	図2
7	顔高	鼻根点からオトガイ点までの直線距離	図2
8	眼・オトガイ高	瞳孔中心からオトガイ点までの垂直距離	図2
9	口裂・オトガイ高	口裂点からオトガイ点までの垂直距離	図2
10	頭長	眉間点から後頭点までの直線距離	図1
11	頭頂・鼻尖距離	頭頂点から鼻尖点までの直線距離	図1
12	後頭・鼻尖距離	後頭点から鼻尖点までの直線距離	図1
13	耳長	耳介の最大長	図2
14	鼻深	鼻下点から鼻尖点までの直線距離	図1

NO	項目名	定義	図番号
15	頭幅	左右の側頭点の間の直線距離	図3
16	耳珠間幅	左右の耳珠点の間の直線距離	図3
17	頬弓幅	左右の頬骨弓点の間の直線距離	図3
18	下顎角幅	左右の下顎角点の間の直線距離	図3
19	瞳孔間距離	左右の瞳孔の間の直線距離	図3
20	内眼角幅	左右の内眼角点の間の直線距離 眼をあけた状態で測る	図3
21	頭矢状弧長	眉間点から頭頂(点)をとおり、後頭点までの体表長	図2
22	耳珠間頭頂弧長	一方の耳珠点から頭頂の少し前方をとおり、他方の耳珠点までの体表長	図3
23	頭囲	眉間をとおるようにメジャーを水平にまわして測った頭の周長	図2
24	頸囲	ノドボケの直下で、頸の軸に直交するようにメジャーをまわして測った頸の周長(ノドボケにメジャーが掛ってはいけない)	図2
25	頸付け根囲	頸椎点、頸側点、鎖骨の内側上縁をとおるようにメジャーをまわして測った頸の基部の周長	図2

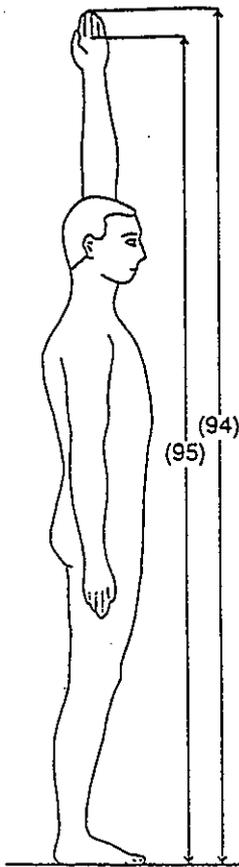


図4

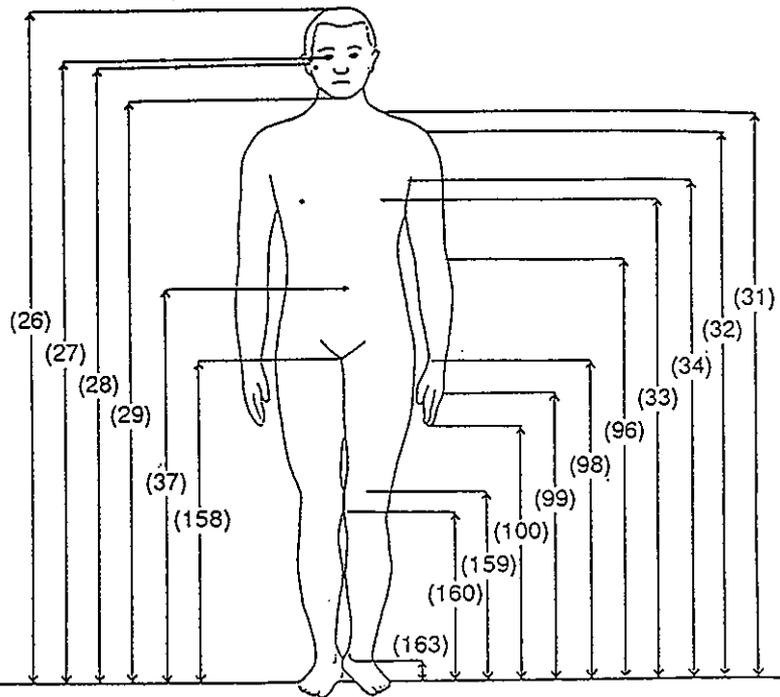


図5

NO	項目名	定義	図番号
26	身長	床面から頭頂点までの垂直距離	図5
27	眼高	床面から瞳孔までの垂直距離	図5
28	耳珠高	床面から耳珠点までの垂直距離	図5
29	オトガイ高	床面からオトガイ点までの垂直距離 [身長(26) - 全頭高(2)]	図5
31	頸側点高	床面から頸側点までの垂直距離	図5
32	肩峰高	床面から肩峰点までの垂直距離	図5
33	乳頭高	床面から乳頭点までの垂直距離 子供、男性、乳房が下垂していない女性のみについて計測する乳房が下垂している人では乳房の腋前突部の高さをとる	図5
34	肘高	床面から(前あるいは後)肘高点までの垂直距離	図5
37	臍高	床面から臍点までの垂直距離	図5
94	上肢挙上指尖高	両上肢を手掌が向き合うように挙上したときの、床面から指尖点までの垂直距離 [身長(26) + (座位上肢上挙指尖高(73) - 座高(74))]	図4

NO	項目名	定義	図番号
95	上肢挙上指節点高	両上肢を手掌が向き合うように挙上したときの、床面から指節点までの垂直距離 [上肢挙上指尖高(94) - (指節点高(99) - 指尖高(100))]	図4
96	視骨点高	床面から視骨点までの垂直距離	図5
98	視骨基突高	床面から視骨基突点までの垂直距離	図5
99	指節点高	床面から指節点までの垂直距離	図5
100	指尖高	床面から指尖点までの垂直距離	図5
158	股下高	大腿内側の皮膚と股の最上位に接するようにセルロイド板を水平にはさみ、床面からそのセルロイド板上縁までの垂直距離	図5
159	膝窩骨中央高	床面から膝窩骨中央点までの垂直距離	図5
160	脛骨上縁高	床面から脛骨点までの垂直距離	図5
163	内果端高	床面から内果点までの垂直距離	図5

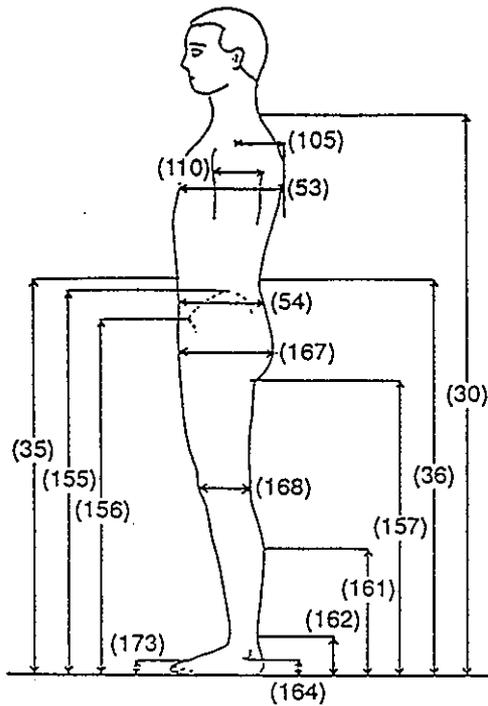


図6

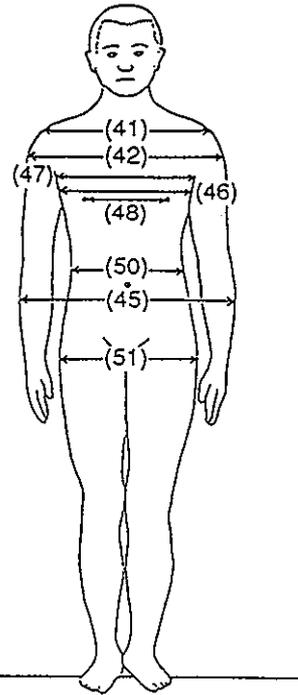


図7

NO	項目名	定義	図番号
30	頸椎高	床面から頸椎点までの垂直距離	図6
35	前ウエスト高	床面から前ウエスト点までの垂直距離	図6
36	後ウエスト高	床面から後ウエスト点までの垂直距離	図6
41	肩幅	左右の肩峰点の間の水平距離	図7
42	肩幅	両上肢を自然に下垂したときの、左右の上肢の水平最大幅	図7
45	最外体幅	両上肢を自然に下垂したときの、身体の水平最大幅	図7
46	胸部横径	胸骨中点の高さで、胸部の左右の最外側点の間の水平距離	図7
47	前肢高幅	左右の前肢高点の間の水平距離	図7
48	乳頭間幅	左右の乳頭点間の直線距離	図7
50	ウエスト幅	ウエストラインの高さで、左右体側の間の水平距離	図7
51	ヒップ幅	臀部の左右の最外側突出部の間の水平距離	図7
53	胸部前後最大距離	胸部の最前突出部から背中中の最後突出部までの水平距離	図6

NO	項目名	定義	図番号
54	腹部厚径	腹部の最前突出部から体幹後縁までの水平距離	図6
105	背・肩峰距離	背面の最突出部と肩峰点の間の水平距離	図6
110	腕付け根の厚さ	前肢高点と後肢高点の間の水平距離	図6
155	腸骨稜高	床面から腸骨稜点までの垂直距離	図6
156	腸骨棘高	床面から腸骨棘点までの垂直距離	図6
157	臀溝高	床面から臀溝までの垂直距離	図6
161	下腿最大囲高	床面から下腿最大囲の高さまでの垂直距離	図6
162	下腿最小囲高	床面から足首点までの垂直距離	図6
164	外果端高	床面から外果点までの垂直距離	図6
167	臀部厚径	臀部突出点から体幹前縁までの水平距離	図6
168	膝厚径	膝の最前突出部から膝後縁（膝窩）までの水平距離	図6
173	ボール高	床面から足の第1指の付け根の関節（第1中足指節関節）上面までの垂直距離	図6

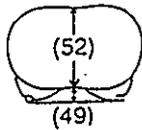


図8

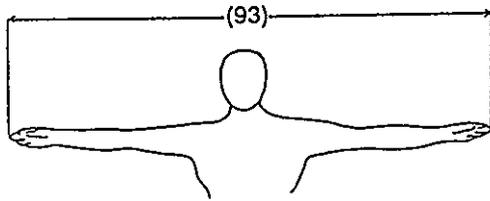


図9

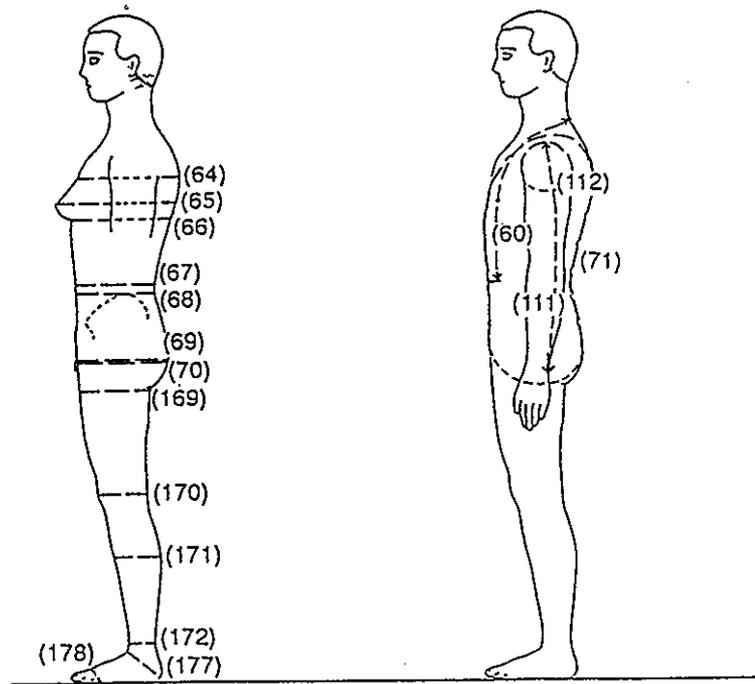


図10

図11

NO	項目名	定義	図番号
49	乳房の奥行き	左右の乳頭を結んだ線から、体表の前正中線までの奥行き方向の水平距離（女性のみ計測）	図8
52	胸部矢状径	胸骨中点の高さで、体の前後の中心線（正中線）の間の水平距離（奥行き）	図8
60	頸椎からの前丈	頸椎点から頸側点をとり、乳頭点までの体表長に、乳頭点からその真下の前ウェストラインまでの直線距離を加えた長さ	図11
64	上部胸囲	腋窩点の高さでの体幹の水平周長	図10
65	乳頭位胸囲	乳頭点の高さでの体幹の水平周長	図10
66	下部胸囲	乳房と体表の境界の高さでの体幹の周長（女性のみ計測）乳房が下垂している人では乳房の最前突部で測る	図10
67	ウェスト囲	胴の最も細い位置での周長 必ずしも水平ではない	図10
68	腰囲（腸骨稜位）	腸骨稜高のレベルでの水平周長	図10
69	ヒップ囲	腹部にセルロイド板を当て、臀部突出点の高さでの水平周長	図10
70	膝囲	臀部突出点の高さでの水平周長	図10

NO	項目名	定義	図番号
71	体幹縦囲	肩の中央（頸側点と肩峰点の中間）と膝下をとる体幹の斜め縦断の周長	図11
93	指幅	両上肢を自然に左右に水平に伸ばしたときの、左右の指尖点間の直線距離	図9
111	そで丈	肩峰点から肘骨点をとり、尺骨茎状突起先端までの体表長	図11
112	腕付け根回り	上腕付け根の周長	図11
169	大腿囲	膝溝より下の位置で、大腿が最も太い部位の水平周長	図10
170	立位膝囲	膝窩中央での水平周長	図10
171	下腿最大囲	ふくらはぎの最も太い部位での水平周長	図10
172	下腿最小囲	ふくらはぎの最も細い部位（足首点）での水平周長	図10
177	ヒール囲	足底を床面に着けた姿勢で、足首前方と（前脛骨下点の相当）と踵をとる斜めの周長	図10
178	足囲	足指の付け根の関節全部を含む（脛側中足点と腓側中足点をとり）足の周長	図10

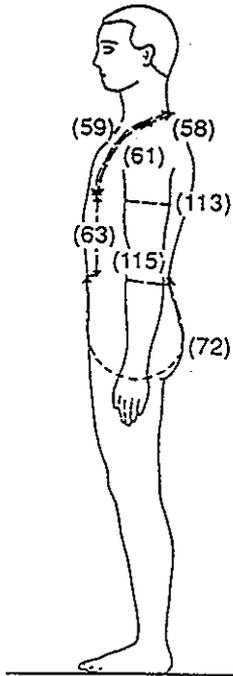


図12

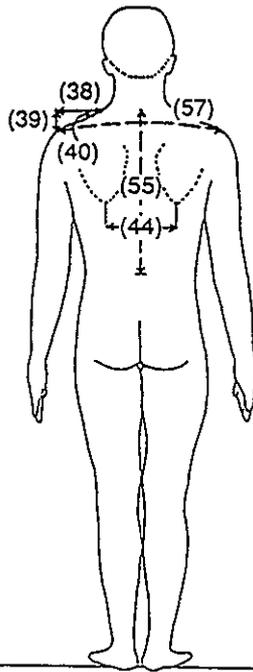


図13

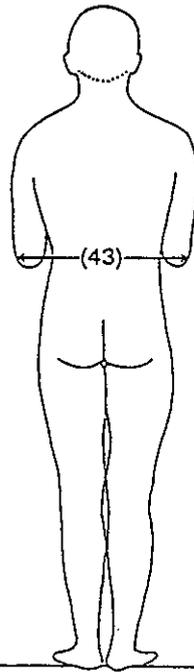


図14

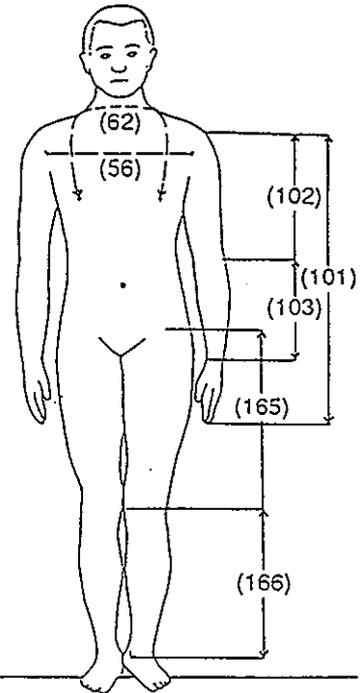


図15

NO	項目名	定義	図番号
38	頸側・肩峰点水平距離	頸側点と肩峰点の間の水平距離	図13
39	頸側・肩峰点垂直距離	頸側点と肩峰点の間の垂直距離	図13
40	肩傾斜角	頸側点をとおり水平線と、頸側点と肩峰点を結んだ直線のなす角度 [(頸側点肩峰点垂直距離(39)) / 頸側点肩峰点水平距離(38) × 100]	図13
43	肘間幅	両上肢を自然に下垂してから、両手掌を内側に向け肘を直角に曲げたときの左右の肘の最も外側に突出した部位の間の水平距離	図14
44	肩甲骨下角間幅	左右の肩甲骨下角点の間の水平距離	図13
55	背丈	頸椎点からその真下の後ウエストラインまでの体表長	図13
56	胸幅	肩峰点と前腋窩点の中間の高さで、左右の腕付け根線の間の体表長	図15
57	背肩幅	左右の肩峰点の間の体表長	図13
58	頸椎・頸側点距離	頸椎点から頸側点までの体表長	図12
59	頸椎・乳頭点距離	頸椎点から頸側点をとおり、乳頭点までの体表長	図12
61	頸側・乳頭点距離	頸側点から乳頭点までの体表長 [頸椎・乳頭点距離(59) - 頸椎・頸側点距離(58)]	図12

NO	項目名	定義	図番号
62	つりひも長	一方の乳頭点から頸側点、頸椎点、他方の頸側点をとおって乳頭点に至る体表長 [頸椎・乳頭点距離(59) × 2]	図15
63	乳頭・ウエストライン距離	乳頭点からその真下の前ウエストラインまでの直線距離 [頸椎からの前丈(60) - 頸椎・乳頭点距離(59)]	図12
72	股上前後の長さ	メジャーを股にくぐらせて測った前後ウエスト線の間の長さ	図12
101	上肢長	肩峰点から指尖点までの直線距離	図15
102	上腕長	肩峰点から肘骨点までの直線距離	図15
103	前腕長	肘骨点から肘骨茎突点までの直線距離	図15
113	上腕囲	上肢を自然に下垂したときの、上腕の最も太い部位を上腕の軸に直交するように測った周長	図12
115	前腕最大囲	上肢を自然に下垂したときの、前腕の最も太い部位を前腕の軸に直交するように測った周長	図12
165	大腿長	股骨点から膝骨点までの垂直距離 [(膝骨高さ(156)) - 股骨上縁高(160) × 0.93]	図15
166	下腿長	膝骨点から内果点までの垂直距離 [股骨上縁高(160) - 内果端高(163)]	図15

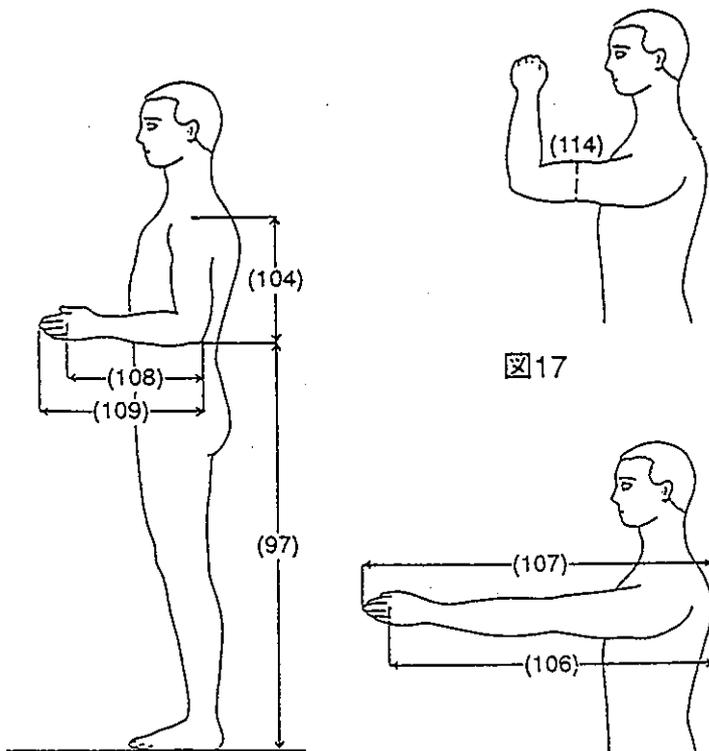


図16

図17

図18

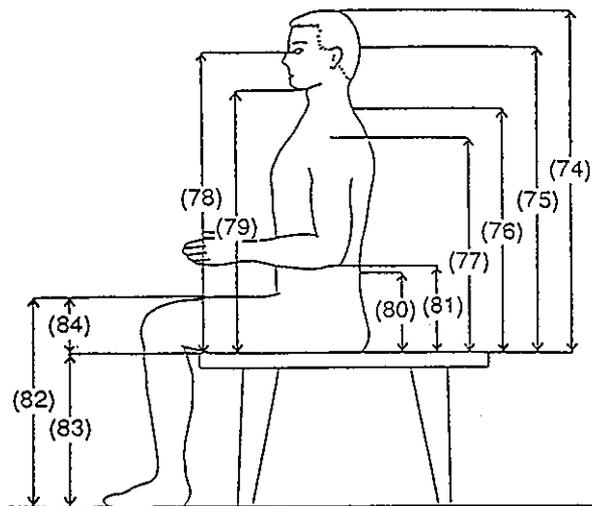


図19

NO	項目名	定義	図番号
74	座高	座面から頭頂点までの垂直距離	図19
75	座位後頭高	座面から後頭点までの垂直距離	図19
76	座位頸椎高	座面から頸椎点までの垂直距離	図19
77	座位肩峰高	座面から肩峰点までの垂直距離	図19
78	座位眼高	座面から瞳孔までの垂直距離	図19
79	座位オトガイ高	座面からオトガイ点までの垂直距離 【座高(74) - 全頭高(2)】	図19
80	座位ウェスト高	座面からウェストラインまでの垂直距離	図19
81	座位肘頭下縁高	上腕を下垂し、手掌を内側にして前腕を水平前方に曲げた姿勢で、座面から肘頭下縁までの垂直距離	図19
82	座位大腿中央高	膝と足首の関節が約90度になるように座面高を調節したときの、床面から大腿中央までの垂直距離	図19
83	座面高	膝と足首の関節が約90度になるように座面高を調節したときの、座面から右大腿の最上縁までの垂直距離	図19
84	座位大腿厚	膝と足首の関節が約90度になるように座面高を調節したときの、座面から右大腿の最上縁までの垂直距離 【座位大腿中央高(82) - 座面高(83)】	図19

NO	項目名	定義	図番号
97	肘頭下縁高	上腕を下垂し、手掌を内側にして前腕を水平前方に曲げた姿勢で、床面から肘頭下縁までの垂直距離	図16
104	肩峰・肘頭下縁距離	上腕を自然に下垂し、手掌を内側に向けて前腕を水平に曲げたときの、肩峰点から肘頭下縁までの垂直距離 【座位肩峰高(77) - 座位肘頭下縁高(81)】	図16
108	肘・指節点距離	上腕を自然に下垂し、手掌を内側に向けて前腕を水平に曲げたときの、肘頭後縁から指節点までの水平距離	図16
106	背・指節点距離	両上肢を前方に手掌が向き合うように水平に伸ばしたときの、背中の最突出部から指節点までの水平距離 【背・指節点距離(107) - (指節点高(99) - 指尖高(100))】	図18
107	背・指尖距離	両上肢を前方に手掌が向き合うように水平に伸ばしたときの、背中の最突出部から指尖点までの水平距離	図18
109	肘・指尖距離	上腕を自然に下垂し、手掌を内側に向けて前腕を水平に曲げたときの、肘頭後縁から指尖点までの水平距離	図16
114	上腕屈曲	上肢を水平に挙げ、肘を直角に曲げ、握りこぶしを作ったときの、上腕屈	図17

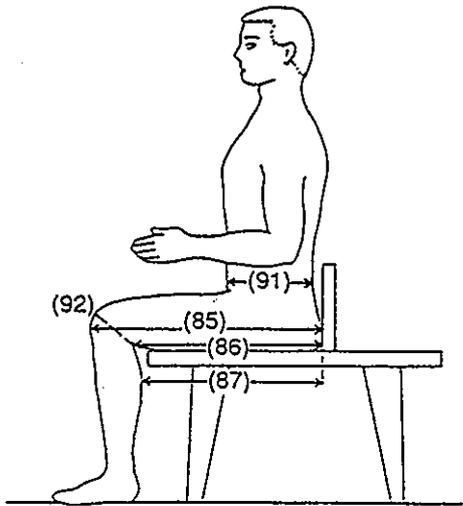


図20

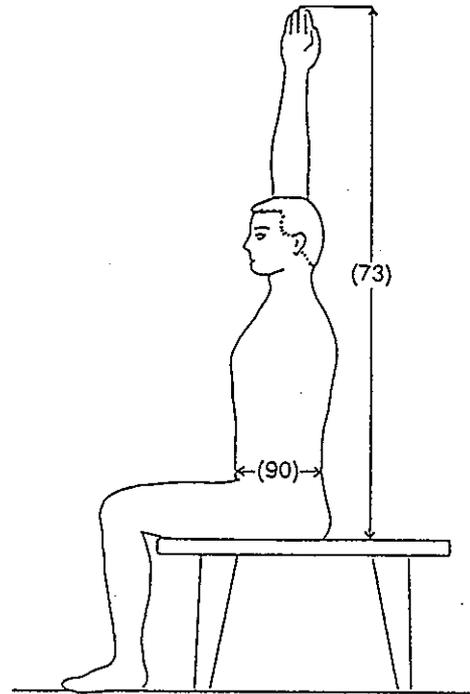


図21

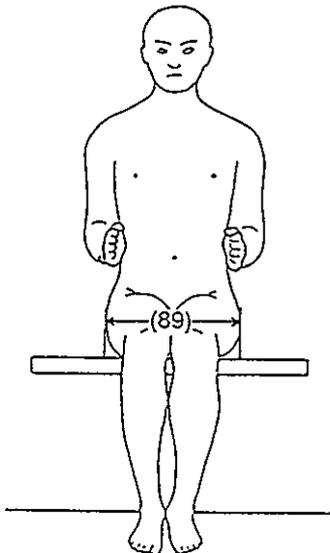


図22

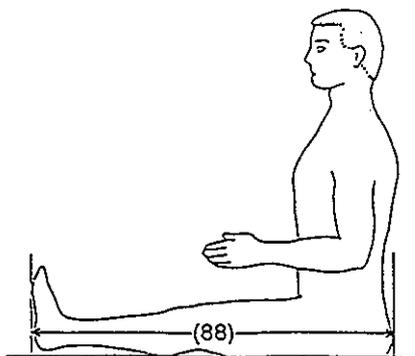


図23

NO	項目名	定義	図番号
73	座位 上肢挙上指尖高	左右の手掌が向かい合わせになるように両上肢をまっすぐ上に伸ばした姿勢での、座面から指尖点までの垂直距離	図21
85	座位臀・膝距離	臀部後縁から膝蓋骨前面までの水平距離	図20
86	座位臀・膝高距離	臀部後縁から膝高縁までの水平距離	図20
87	座位臀・ふくらはぎ距離	臀部後縁から下腿の最遠端部後縁までの水平距離	図20
88	座位臀・足底距離	座位で下肢をできるだけ水平前方に伸ばし足関節をほぼ直角にしたときの、臀部後縁から踵部底面までの水平距離	図23
89	座位臀幅	臀部の左右最外側部の間の水平距離	図22
90	座位腹部厚径 (上肢挙上)	両上肢を頭の上の方に伸ばした姿勢で、腹部最前突部から腰部後縁までの水平距離(奥行き)	図21
91	座位腹部厚径 (前腕水平)	上腕を下垂し、前腕を水平前方に曲げた姿勢で、腹部最前突部から腰部後縁までの水平距離(奥行き)	図20
92	座位膝囲	膝を直角に曲げた状態で、膝蓋骨中央と膝窩をとる周長	図20

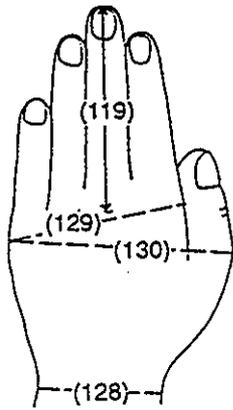


図24

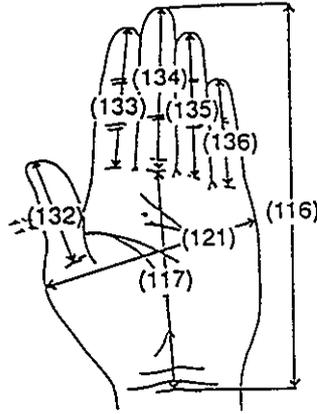


図25

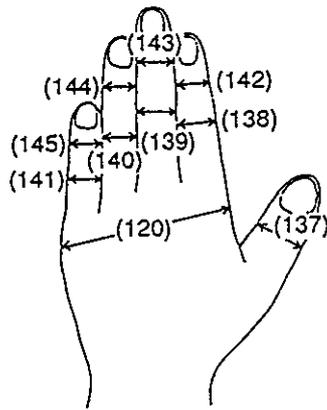


図26

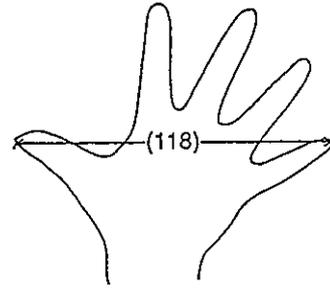


図27

NO	項目名	定義	図番号
116	手長	手掌面で、視骨茎突点と尺骨茎突点を結ぶ線の中点から指尖点までの直線距離	図25
117	手掌長	手掌面で、視骨茎突点と尺骨茎突点を結ぶ線の中点から中指と手掌の境のしわまでの直線距離	図25
118	第1・第5指尖最大距離	手を机の上にのせ、いっぱいに広げたときの親指と小指の先端の間の直線距離	図27
119	指尖・指節点距離	手背面で、指尖点と指節点の間の直線距離	図24
120	手幅	橈側中手点から尺側中手点までの直線距離	図26
121	最大手幅	尺側中手点から第1中手骨頭最外側部(親指の付け根の関節)までの直線距離	図25
128	手首囲り	手掌面で、手に最も近い屈曲線的位置での周長	図24
129	手囲1	人さし指から小指までの指付け根(橈側中手点と尺側中手点)をとる周長	図24
130	手囲2	親指の腹を手掌に接した状態での、人さし指から小指までの付け根の関節と親指を含めて測る周長	図24
132	第1指長	親指の付け根のしわから指先までの直線距離	図25

NO	項目名	定義	図番号
133	第2指長	手掌面で、人さし指の付け根のしわから指先までの直線距離	図25
134	第3指長	手掌面で、中指の付け根のしわから指先までの直線距離	図25
135	第4指長	手掌面で、薬指の付け根のしわから指先までの直線距離	図25
136	第5指長	手掌面で、小指の付け根のしわから指先までの直線距離	図25
137	第1指関節幅	親指の関節の幅	図26
138	第2指近位関節幅	手背面で、人さし指の近位指節関節の幅	図26
139	第3指近位関節幅	手背面で、中指の近位指節関節の幅	図26
140	第4指近位関節幅	手背面で、薬指の近位指節関節の幅	図26
141	第5指近位関節幅	手背面で、小指の近位指節関節の幅	図26
142	第2指遠位関節幅	手背面で、人さし指の遠位指節関節の幅	図26
143	第3指遠位関節幅	手背面で、中指の遠位指節関節の幅	図26
144	第4指遠位関節幅	手背面で、薬指の遠位指節関節の幅	図26
145	第5指遠位関節幅	手背面で、小指の遠位指節関節の幅	図26

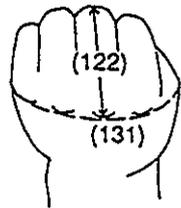


図28

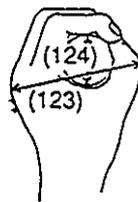


図29

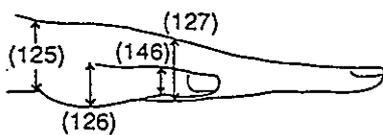


図30

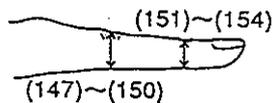


図31

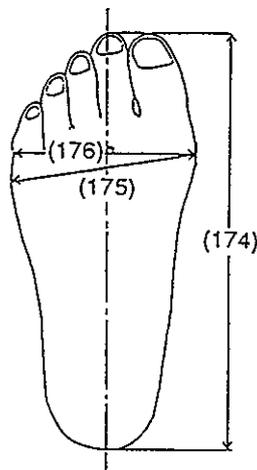


図32

NO	項目名	定義	図番号
122	第3指基節長	にぎりこぶしを作ったときの中指の基節骨の長さ(直線距離)	図28
123	にぎり最大径	親指と中指で輪を作ったときの、親指の関節(指節関節)と中指の付け根の関節(中手指節関節)の間の直線距離	図29
124	にぎり内径	プラスチックシートを筒状に巻いて、親指と中指で作った輪にくぐらせたときの、プラスチックシートの直径	図29
125	手首の厚さ	手首(桡骨と尺骨の茎状突起の先端を結んだ線の中点)の位置で、手首の掌面と背面をはさんだ厚さ	図30
126	母指球での手の厚さ	母指球で手掌面と手背面の間の厚さ	図30
127	中指厚	中指の付け根の関節(第3中手指節関節)の厚さ	図30
131	にぎりこぶし囲	親指を外にしてにぎりこぶしを作り、人さし指から小指までの付け根の関節と親指を含めて測る周長	図28
146	第1指関節厚	親指の関節の厚さ	図30

NO	項目名	定義	図番号
147	第2指近位関節厚	手背面で、人さし指の近位指節関節の厚さ	図31
148	第3指近位関節厚	手背面で、中指の近位指節関節の厚さ	図31
149	第4指近位関節厚	手背面で、薬指の近位指節関節の厚さ	図31
150	第5指近位関節厚	手背面で、小指の近位指節関節の厚さ	図31
151	第2指遠位関節厚	手背面で、人さし指の遠位指節関節の厚さ	図31
152	第3指遠位関節厚	手背面で、中指の遠位指節関節の厚さ	図31
153	第4指遠位関節厚	手背面で、薬指の遠位指節関節の厚さ	図31
154	第5指遠位関節厚	手背面で、小指の遠位指節関節の厚さ	図31
174	足長	足軸に平行で、踵点から最も遠い足ゆび先(趾尖点)までの直線距離	図32
175	足幅(斜め)	第1趾と第5趾の付け根の関節(踵側中足点と腓側中足点をとおる)足の直線距離	図32
176	足幅(足軸直交)	足の内外に最も突出した部位の間の、足軸に直交する投影距離	図32

第3章 提案した国際標準規格案

本研究開発を通じて作成し、ISO 提案を行った規格案（和文、英文）を添付する。

尚、本規格案は、第24回 CEN/TC122/WG1 会議にて、規格制定へ向けて ISO 側の利益反映を図るためリエゾンエキスパート（筑波大学足立和隆氏）を通じて主張したものである。（詳細は付録1.2章参照）

3.1 ISO 国際標準規格案（和文）

タイトル：「機械の安全性—人体計測—作業空間の設計と評価のためのコンピュータ・マネキンの構造と寸法」

まえがき

一言にコンピュータ・マネキンといっても、内在する特性は非常に広く、人体計測学的、生体力学的、快適性、温熱性等がある。また、本分野は急激に進歩しており、将来的には認知的な特性までも対象としなければならないだろう。これが、本仕様を定義することを阻害している。しかしながら、コンピュータ・マネキンについての基本的な最低限の要求事項（minimum requirements）について創案することは可能である。

我々は規格を次の2つの部分に分けることを提案する。すなわち：

Safety of machinery—Human body measurements—Computer manikins for the design and evaluation of work space, Part1: General requirements（第1部：一般要求事項）

Safety of machinery—Human body measurements—Computer manikins for the design and evaluation of work space, Part2: Structures and dimensions（第2部：構造と寸法）

第1部については、コンピュータ・マネキンについての基本的な最低限の要求事項（minimum requirements）について記述する。具体的には、人間のモデルをコンピュータ内に再現するための人体計測学に関する基本的な最低限の要求事項、また、本モデルに基づき作業空間設計における幾何学的評価を行うためのコンピュータ・マネキンについての基本的な最低限の要求事項について記述する。

第2部については、ヨーロッパ人の人体計測データベースが構築された後、もしくは、次世代コンピュータ・マネキンへの要求事項が決まった後の作業と考えてもよいだろう。

Part I: General requirements（第1部：一般要求事項）

1. 序文

日常生活や労働における技術、そしてそこで使用される製品の技術は急速に進歩している。しかし、技術とそのユーザー間の不適合は、結果として誤操作、誤判断、事故となって顕在化している。また、これによって引き起こされる健康への悪影響も同時に考慮すべきである。この不適合は、高齢者社会によって加速される。これを回避するかあるいはせめて最小とするために設計者は人間の特性に関する十分な知識を持ち、彼の製品に反映させるためにこの知識を100%活用しなくてはならない。コンピュータ・マネキンは、この過程を補助するであろう。これは、モックアップのような実際の模型を製作しないでも、製品とユーザー間の適合性を事前に評価するために役立つ。

1-1. コンピュータ・マネキンの定義

「コンピュータ・マネキン」という用語は、一般には2つの意味を持つ。すなわちコンピュータ内に人間の諸特性を再現する人体モデルを指す一方、設計者がコンピュータ内に仮想的に構築された環境や製品をこのモデルを使用して直接に評価するか、あるいはモデル自身が自主的に評価するシステムを指す用語としても用いられる。ここで、より具体的にコンピュータ・マネキンを次のように定義する。

基本的な定義

人間の特定の機能や、形態をコンピュータで模擬し、人体と環境系との相互作用を予測するための

シミュレーションモデル。

これは次のように利用される。

a. テスティングツール

人体と環境系のミスフィット(不具合)を評価し、事故や疲労の原因となる要因を検出するテストツールとして用いる。

b. イノベーションツール

人間が使用する製品を製造しているすべての企業にとって、人間中心の性質を持つ製品を開発することは必然的な課題である。ある製品が企画されたとき、コンセプトデザインの段階からその製品の性能に対する付加価値として、使いやすさと快適性を考慮する必要がある。コンピュータ・マネキンは、探索的、発見的なデザインにおいて、人間と環境との相互作用を可視化し、示させることができる。

このレポートの最初の部分では、コンピュータ・マネキンに関する最低限の要求事項 (minimum requirements) について記述する。すなわち、人間のモデルをコンピュータ内に再現するために必要な人体計測学に関する最低限の要求事項、そして本モデルが作業空間の幾何学的な設計を評価するときの最低限の要求事項について記述する。

1-2. 規格制定の目的

このレポートに記されている規格は、以下の2つの目的の達成を意図している。

a. コンピュータ・マネキンの利用者が、特定の目的のために選択するときのガイドラインを示すものである。

b. コンピュータ・マネキンの開発者が、開発されるコンピュータ・マネキンの満たすべき機能仕様を示すものである。

(1) コンピュータ・マネキンの利用者が、特定の目的のために選択するときのガイドライン

コンピュータ・マネキンとは、コンピュータ上に作られた環境や製品の人間適合性評価を行なう事を目的とした人体の電子的モデルである。例えば、コンピュータ・マネキンはワークステーション、機械類、作業設備の人体計測学的、幾何学的なデザインの効果的な評価を可能とする。

新たなタイプの機械が開発されたとき、特定の寸法規格はそれら全てのものに対して役に立つとは限らないだろう。このような状況下では、コンピュータ・マネキンは対象となるユーザーにデザインを適合させるためのガイドラインを示す有用なツールとなる。

(2) コンピュータ・マネキンの機能的な仕様に関するガイドライン

現在開発されているコンピュータ・マネキンは、その機能や特徴、忠実度や使い易さによって様々である。現在の開発段階では、最も高性能なコンピュータ・マネキンは強力なハードウェアとユーザーへの特別な訓練を必要とするだろうし、反対に、最も単純なものは使い易いがデザインするためには限られた価値しかないだろう。人間の身体全体のモデルであればあまり細部にこだわる必要はないだろうが、例えば手のように、ある特定の部位のモデルの場合には、その部位によって操作される物体を評価するために、さらに属性を加える必要があるだろう。デザイン作業のためのコンピュータ・マネキンの選択の大部分は、これらの異なった特徴の間でのトレードオフをとることと言っても良いだろう。

このような背景の中、本規格は、使い易さと構造的複雑さ、または機能の多様性への制限の確保を考慮しつつ、作業空間のデザインのためのコンピュータ・マネキンが人体計測学的、幾何学的側面から正確で信頼性が高いコンピュータ・マネキンを開発するための、満たすべき機能仕様を示す有用なガイドラインとなる。

1-3. 規格化されるコンピュータ・マネキン使用による総体的な利益を以下に示す。

a. 複数の専門家やユーザの間の協力の下、共通の人体計測学的、幾何学的評価のためのデザインの可視化を図れる。

b. コンピュータ内にて空間や製品の設計時に、人体計測学的、幾何学的評価を迅速に行える。

2. 適用範囲

本規格は作業空間の評価を目的としたコンピュータ・マネキンのための一般的要求事項を確立するものである。

本規格は、働き場所及び家庭環境の技術的設計の最適化のための人体寸法並びに形状の数量化を目的として制定されたISO 7250 (Basic human body measurements for the technical design) の人体寸法計測項目を参照し、コンピュータ内部にてマネキンモデルを構成するための指針を示すものである。

本規格は、マネキンモデルが表現する人体と対象となるユーザの母集団 (年齢、性、人種等) 範囲での、人間適合性評価における、特に人体計測学的、幾何学的特性を考慮するような場合の設計評価に関する要求事項である。

この規格は、コンピュータ・マネキンの特性やオペレーターへのガイダンスに関して記載する際の要求事項も規定する。

この規格は、主にコンピュータ・マネキンの開発者を対象にしている。しかし、これはマネキンの使用者がある特定の目的のためにマネキンモデルを選択する時や、コンピュータ・マネキンの使い易さや信頼度を評価する時のガイドとしても使用できるだろう。

3. 応用分野

人間の福利は、衣服、働き場所、移動手投、家屋及び娯楽的動作など様々な要素を伴う人体計測学的、幾何学的関係に大きく依存している。本規格の応用分野としては、作業空間と人間との人体計測学的、幾何学的調和を確保するための技術的設計を行う分野を想定する。

4. 関連規格

ISO 7250 Basic human body measurements for technical design

5. コンピュータ・マネキンの機能に関する一般要求事項

5-1. 機能:

(1) 姿勢の変更と体型の生成機能

マネキンモデルは人間のように関節を曲げて姿勢を変えることができ、姿勢を変更した状態でも人間らしい体型をもつこと。

(2) 到達域表示機能

手先および足先の到達域と周辺環境との相互関係を出力あるいは表示できること。

(3) 視野表示機能

それぞれの姿勢で視野を出力あるいは表示でき、実際に周辺環境がどのように見えるかを出力あるいは表示できること。

(4) 動作シミュレーション機能

動作シミュレーションは、力学的な機序に基づいて運動を生成するもので、外力に応じて生成される運動が変化する。一方、アニメーションは数学的に運動を補間生成する者で、力学的な機序を満足する必要はなく、外力に応じた運動の多様性に対応する必要はない。たとえば、持ち上げる者の重さが変わるとシミュレーションでは持ち上げ動作が変化するが、アニメーションでは、持ち上げる重さにかかわらず常に同じ動作を生成する。

5-2. マネキンモデルの構造

(1) 寸法項目データ

マネキンモデルは、ISO 7250 の人体寸法計測項目に準拠したデータに基づくものとする。

(2) リンク構造

マネキンモデルは、少なくとも次に示した人体の関節と同等の関節を持たなければならない。すな

わち頭蓋・脊柱間の関節、頸椎・胸椎間の関節、腰椎・仙骨間の関節、肩関節、肘関節、手関節、股関節、膝関節、足関節。

(3) 体表面形態

体表面を生成する手法については規定しないが、生成される体表面の周囲長等については、ISO 7250の寸法値に準拠しなければならない。

(4) 関節自由度

関節自由度としては表1に示す自由度数以上とする。

表1. 関節自由度

関節	自由度
頭蓋骨・頸椎間	3
頸椎・胸椎間	3
腰椎・仙骨間	3
肩関節	3
肘関節	2
手関節	2
股関節	3
膝関節	1
足関節	2

(5) 関節構造

関節構造については、その構造方式（ピンジョイント等）を記載しなければならない。また、可動域を超える動作は出来ないような制限をもつこととする。

(6) 視野・視界

マネキンモデルの頭部の目の位置、あるいは両眼の中央の位置を基準とし、顔面前方に向かってヒトの視野データに相当する視界をもつ。注視点範囲を表示したり、眼球移動による視線移動を実現できればさらに望ましい。

(7) 人体計測的多様性

対象となるユーザの母集団（年齢、性、人種等）の人体寸法項目データベースはISO 7250に準拠したものが望ましい。また、対象となるユーザの母集団（年齢、性、人種等）内の典型的体型の選択が可能なのが望ましい。

5-3. 評価法（客観的性能表示項目）

(1) 体型生成の妥当性

マネキンモデルの姿勢を立位状態、座位状態に設定し、ISO 7250で規定された寸法項目に対応するマネキンモデルの寸法を計測し、その結果を記載する。

(2) 関節可動域の妥当性

マネキンモデルの関節可動域が、実際の人間の関節可動域に近いものであることを示すために、ソフトウェア内部で使った関節可動域データベースの出典を明記する。できれば使ったデータの計測された年、人数、地域、性別、年齢などを補記する。

(3) 到達域の妥当性

マネキンモデルの姿勢を立位状態、座位状態に設定し、ISO 7250の4.4.2、4.4.5などで規定された寸法項目に対応するマネキンモデルの寸法を計測し、その結果を記載する。

(4) 視野表示の妥当性

マネキンモデルの視野が、実際の人間の視野に近いものであることを示すために、ソフトウェア内部で使った視野データベースの出典を明記する。できれば、使ったデータの計測された年、人数、

地域、性別、年齢などを補記する。

(5) 動作シミュレーションの妥当性

コンピュータ・マネキンが本機能を有する場合には、マネキンモデルの動作シミュレーションが、実際の人間の動作に近いものであることを示すために、どのような動作で、どの程度の空間誤差があるのかを計測し、その結果を記載する。

6. コンピュータ・マネキンの使いやすさに関する一般要求事項

6-1. Computer Aided Design システム (CAD) との共存

設計される製品とマネキンモデルとが共存し、同時に操作可能なこと。

6-2. ユーザインターフェース

コンピュータ・マネキンの操作方法の使いやすさを考慮して、グラフィカルなユーザインターフェースを持つことが望ましい。特に、マネキンモデルの位置決定、姿勢変化等は、マウス操作により簡便に行えることが望ましい。

6-3. 人体計測学的選択/決定の容易さ

オペレーターが全ての人体寸法項目を入力することなく、性別、年齢、身長、体重等の数項目を入力することにより評価目的体型が生成可能な機構をもつことが望ましい。

6-4. 評価機能

到達域をグラフィカルに表現可能な機構をもつことが望ましい。

7. コンピュータ・マネキンに関する記載についての要求事項 (コンピュータ・マネキン開発者が責任を負う文書)

7-1. 使用分野

- a. 開発されたコンピュータ・マネキンの想定される使用場面を明記すること。
- b. 使用時の限定を明記すること (人体計測学的観点から)
- c. 利用されている人体寸法、関節可動域等、全てのデータの出典を明記すること。
- d. 5-3 に記した誤差情報を明記すること。

7-2. ユーザーガイダンス (技術的なマニュアルに加えて)

人体計測学的

例：特定の評価作業のためのパーセントイルオプションの選択方法

7-3. コンピュータ・マネキンの動作環境

- a. コンピュータ・マネキンで推奨するコンピュータ環境
- b. 入出力ファイル形式
- c. 操作方法

用語の定義

(1) 人間適合性評価：設計される製品や環境の、人間の諸特性 (寸法、体型、動作、感覚、知覚、認知) との適合度合を評価すること。

(2) マネキンモデル：ISO 7250で定める人体寸法計測項目に準拠した数値データに基づき、コンピュータ内にて人間の諸特性を再現した人間モデル。

(3) コンピュータマネキン：コンピュータ内に仮想的に構築された環境や製品を、マネキンモデルが直接に評価する、または、コンピュータの外にいる研究者や設計者がコンピュータを見ながら評価するシステム。

(4) 姿勢：身体の構え (attitude) と体位 (position) の総称。静的なもの。

- (5) 体型：人体のプロポーション。身長、上腕長、胸部周囲長等の人体寸法項目に基づき体型は変化する。
- (6) 到達域：四肢の届く空間限界。
- (7) 動作シミュレーション：姿勢の変化過程、四肢や頭部等の体の各部位の変化過程を模擬すること。動的なもの。
- (8) 視野：頭部運動を誘発しないで見える空間範囲。
 - 中心視野 視力、色弁別などの視機能が優れ、高精度な情報受容可能な範囲。
 - 周辺視野 眼球運動だけで情報注視し、瞬時に特定情報を雑音内より受容できる範囲。
- (9) 典型的体型：ユーザ母集団内で、身長が5、50、95パーセンタイル、体型が肥満体、普通体、瘦身体を想定し、この組み合わせにて規定される体型。
- (10) 関節構造：人間の関節を模擬する構造方式。
- (11) リンク構造：人間の骨、関節を模擬するモデル。
- (12) 体表面形態：人間の脂肪、筋肉により構成される体表面形状のこと。
- (13) 関節自由度：各関節にローカルな座標系を想定したときに、関節が回転できる方向軸の数。
- (14) 可動域：関節が可動する空間軸方向の限界値。
- (15) ユーザの母集団：年齢、性、人種、地域、職業等の属性を、一つ以上共通に有する人々のグループ。

3.2 ISO 國際標準規格案 (英文)

Safety of machinery - Human body measurements - Structures and dimensions of computer manikins for the design and evaluation of work space

Introduction

A computer manikin (computer-simulated human body model) can possess a wide range of attributes, including anthropometrical measurements, biomechanics, emotional sensations and temperature sensory perception, etc. Research in the field of human body shape modeling is quickly advancing, and cognitive attributes will eventually have to be taken into consideration in the future. This rapid technological advancement is a major factor that hinders smooth establishment of standards. Nevertheless, it might be possible to establish a standard of the most fundamental requirements (minimum requirements) for computer manikins.

We suggest that the standard should be divided into two parts viz.:

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space, Part 1: General requirements

Safety of machinery - Human body measurements - Computer manikins for the design and evaluation of work space, Part 2: Structures and dimensions

The first part of this report describes the minimum requirements for computer manikins: namely the minimum requirements related to the anthropometrical measurements which are necessary to generate human body models in computers as well as to use them for evaluation of the geometrical design of work space.

The second part may be taken into consideration when the anthropometrical database for the European people is completed, or the requirements for the computer manikin of the next generation are established.

Part 1: General requirements

1. Introduction

Technology for daily life, work and the products used there is rapidly advancing. But the mismatches between technology and its user are tangible as incidents of mishandling, misjudgment and accidents as their results. The negative influences to the health caused by them should be considered at the same time. These mismatches might be accelerated by the rapid aging society. To avoid them or at least to minimize them the designers should have an enough knowledge about the human characteristics and make full use of them to reflect on their products. The computer manikin might help this procedure. This should be useful to evaluate the compatibility between the products and the user in advance without making a real model like a mock-up.

1-1. Definitions of computer manikins

The term 'computer manikin' is used generally in two means, namely as a human model which reproduces various human characteristics in a computer and as a system in which designers assess their ideal environments and products constructed in the computer by using this model or this model would assess them voluntarily. Here a computer manikin is defined more specifically as outlined below.

Basic definition;

a computer manikin is a simulation model which is used to estimate interaction between humans and environments.

Its will be used as;

a. testing tool

A computer manikin is a testing tool which is used to estimate mismatches between humans and environments as well as for detecting factors such as those leading to accidents and fatigue.

b. innovation tool

It is an inevitable theme for all companies producing products used by human beings to develop the products which have human-oriented properties. When a product should be intended, it might be necessary at the concept level of planning to consider its convenience and comfortableness as added value for the product performance. Computer manikins should make it possible in investigative, inventive design work to specify and visualize ongoing interaction between humans and environments.

The first part of this report describes the minimum requirements for computer manikins, namely the minimum requirements for the anthropometrical measurements which are necessary to build up human body models in computers, and then the minimum required precondition when this computer human model evaluate geometrical design of work space. Detailed functions related to its structure, dimension and dynamic load are described in the second part of this report.

1-2. Aim of establishing standard

The standard described in this report aims to achieve the following two purposes.

- a. To provide a guideline which computer manikin users can use when he select manikins for a specific purpose.
- b. To indicate the computer manikins developers the specifications of the function that must be fulfilled by computer manikins.

(1) Guideline for computer manikin users in making selection for specific purpose

A computer manikin is an electronic model of a human body used for the evaluation of the human use suitability of an environment or product design constructed in a computer. For example, a computer manikin allows effective assessment of the anthropometrical and geometrical design of a workstation, machine, mechanism or work equipment.

When a new type of machine is developed, specific dimensional standards ever established may not apply to every aspect of the machine. In such case, a computer manikin might be able to provide a useful function by indicating a guideline for creating a suitable design for specific machine users.

(2) Guideline for functional specifications of computer manikins

The manikins available so far vary with respect to the functions and features they afford, as well as to their fidelity and usability. In the present developmental stage, the most sophisticated manikins need powerful hardware and special training of users, whereas, the most simple ones may be easier to use but of restricted value for designing. The models of the whole human body may need to be still less detailed, whereas specific component models, for example the hand, may offer additional properties for the evaluation of objects manipulated by it. The choice of manikin for the design task may mean a trade-off between these kinds of different features.

With this background, the standard described in this report should serve an effective guideline identifying the functional specifications required in developing accurate and reliable manikins in anthropometry and geometry for designing of a work space while ensuring operational ease, structural sophistication and function diversity limitations.

1-3. General benefits of using computer manikins

The use of a computer manikin generated in compliance with the standard provides the following benefits.

- a. Visualization of design allows anthropometrical and geometrical evaluation that can be conducted with the participation of both specialists and users.
- b. Quick anthropometrical and geometrical evaluation is possible when designing an environment and a product in a virtual space.

2. Scope of the application

This standard specifies general requirements for computer manikins that are used for the evaluation of work environment design.

This standard refer to the human body measurements method designated in ISO7250 (Basic human body measurements for technological design) which was established for the purpose of quantifying the size and shape of people for optimization of the technological design of workplaces and home environments, and provides the indexes used for constructing a manikin model inside a computer.

This standard specifies requirements related to design assessment from the viewpoint of human use suitability based on a particular user population group (age, gender, race, etc.) and on the physical characteristics represented by the manikin model, especially as far as anthropometrical measurements and geometrical attributes are an important consideration.

This standard also includes requirements to stipulate characteristics of computer manikins and to describe operator's guidance.

This standard is designed mainly for computer manikin developers, but this standard also might be used as a guide when users select a manikin model for a specific purpose and evaluate the operational ease and reliability of a computer manikin.

3. Fields of application

The public welfare is greatly dependent on the anthropological and geometrical relationship with various factors such as clothing, places of work, transportation, homes and recreational activities. This standard is presumably designed for the field of application in which technological design is performed to ensure anthropometrical and geometrical harmony between human beings and their environments.

4. Related standard

ISO7250 Basic human body measurements for technical design

5. General requirements for computer manikin functions

5-1. Functions

- (1) Posture change and body shape generative function

The manikin model must be able to change its posture by bending joints in the same way humans do and maintain a human-like body shape in each posture position.

(2) Reachable range indicative function

This function must output or display the reachable ranges of hands and feet and their dimensional relationship with the surrounding environment.

(3) Visual field indicative function

This function must output or display the visual field in each posture position as well as the perceptive view of the surrounding areas.

(4) Motion simulative function

The motion simulative function must simulate actions based on the principle of dynamics, and the generated movement must change according to applied external force. In comparison, animation performs interpolative generation of motion based on mathematical processing, and it does not have to satisfy the principle of dynamics or provide diversity of motion in accordance with applied external force. For example, if the weight of an item being lifted by a manikin model changes, the lifting motion also varies accordingly in computer simulation. In animation, however, a manikin model always displays the same motion regardless of a change in the weight of an item being lifted.

5-2. Structure of manikin model

(1) Dimensional data

The data used for the manikin model generation must comply with the human body measurements designated in ISO7250.

(2) Link structure

The manikin model must have joints equivalent to the following joints in human bodies, or more: joint between the cranium and vertebra, joint between cervical vertebra and thoracic vertebra, joint between lumbar and sacrum, shoulder joint, elbow joint, wrist joint, hip joint, knee joint and ankle joint.

(3) Body surface structure

The standard does not specify the method of generating the body surface. However, the circumferences on the generated body surface must comply with the measurements specified in ISO7250.

(4) Degree of freedom at the joint

The Degree of freedom at the joint must be equal to or higher than the indexes indicated in Table 1.

Table 1: Degree of freedom at the joint

Joint	Degree of the freedom
Joint between cranium and vertebra	3
Joint between cervical vertebra and thoracic vertebra	3
Joint between lumbar vertebra and sacrum	3
Shoulder joint	3
Elbow joint	2
Wrist joint	2
Hip joint	3
Knee joint	1
Ankle joint	2

(5) Joint structure

The joint structure must be indicated (ex., pin joint). Movements beyond their flexibility limits must be restricted.

(6) Visual field, visual range

With the eye level or the midpoint between the two eyes of the manikin model as the reference point, the manikin model must have a visual field in the forward direction equivalent to that of humans. Further improvement can be made by adding indications of the manikin model's focus area and shifting of the viewing direction according to eyeball movement.

(7) Anthropometrical diversity

It is desirable to use a human body measurement database of the applicable user population group (age, gender, race, etc.) that complies with ISO7250. It is also desirable to enable the selection of typical body shapes of the applicable user population group (age, gender, race, etc.).

5-3. Evaluation method (indicative items for objective performance)

(1) Adequacy for generated body shape

Place the manikin model in a standing position and a sitting position, obtain the manikin measurements at locations corresponding to the body measurements specified in ISO7250, and indicate the results.

(2) Adequacy for the range of motion of the joint

In order to indicate that the range of motion of the joint of manikin model accomplishes that of humans, list the sources of database used in the software for the range of motion. If possible, also indicate the year in which the data is collected, the number of samples, the location of data collection, and the gender and age of samples.

(3) Adequacy for reachable ranges

Place the manikin model in a standing position and a sitting position, obtain the manikin measurements at locations corresponding to the body measurements specified in Sections 4.4.2, 4.4.5 etc. in ISO7250, and indicate the results.

(4) Adequacy for visual field indication

In order to indicate that the visual field of the manikin model accomplishes the visual field of humans, list the sources of database used in the software for the visual field. If possible, also indicate the year in which the data is collected, the number of samples, the location of data collection, and the gender and age of samples.

(5) Adequacy for motion simulation

When the computer manikin has a motion simulative function, measure the spatial deviations in each motion and indicate the results to verify that simulated motions of the manikin model are adequate to movements of humans.

6. General requirements for operational ease of computer manikin

6-1. Integration with computer-aided design systems (CAD)

The manikin model and a product being designed must be on the same computer display, and must be simultaneously operational.

6-2. User interface

It is desirable to provide a graphic user interface that allows the computer manikin to be operated easily. It is recommended to allow the use of the mouse for easy control of manikin model's positioning and posture change.

6-3. Easy to search and select for anthropometrical characteristics

A system is desirable in which the operator can get a manikin model suitable for a specific evaluation purpose only by inputting certain items, such as the gender, age, height and weight, instead of inputting all human body measured characteristics.

6-4. Function for evaluation

A system is desirable that allows graphical display for the reachable ranges.

7. Requirements of information for computer manikins (the documents responsible to manikin developers)

7-1. Fields of application

- a. The presumed situation in which the developed computer manikin is used must be indicated.
- b. Restrictions in use must be indicated. (from the anthropometrical point of view)
- c. Sources of all applied data, such as human body measurements and the range of motion of the joint, must be indicated.
- d. Information of deviations described in section 5-3 must be indicated.

7-2. User guidance (in addition to the technical manuals)

Anthropometrical guidance

Example: Method to select percentile options for certain evaluative purposes

7-3. Computer manikin operating environment

- a. Computer environment recommended for computer manikin generation
- b. Input/output file format
- c. Operating procedures

Definition of terms

(1) Evaluation for human use suitability

Assessment of the ergonomic aspects of a product or environment design to determine the degree of how well the product or environment will adapt to human characteristics (body measurements, body shapes, motions, sensitivities, sensory perception, cognition).

(2) Manikin model

A human body model simulated by a computer. It is generated based on numerical data in compliance with the human body measurements specified in ISO7250.

(3) Computer manikin

A system which uses a computer-simulated manikin model for the direct evaluation of an environment or product constructed in a virtual space on a computer, or a system that allows researchers and designers to evaluate an environment or product using a computer.

(4) Posture

General term for static body attitude and position.

(5) Body shape

A figure having a human body proportion. A human body shape varies based on human body measurements data, such as height, upper arm length and chest circumference.

(6) Reachable range

Spatial limit of extended arms and legs.

(7) Motion simulation

Simulation of posture change and positional change of body parts such as arms, legs and head.

(8) Visual field

Visible spatial area that can be perceived without head movement.

Central visual field: An area with high levels of sight and color distinguishing capability for high-precision information perception.

Peripheral visual field: An area in which only eyeball movement enables focusing on information for instantaneous acquisition of specific information from a noise-containing environment.

(9) Typical body shapes

Human body shapes defined with the combinations of the following conditions: 5, 50 and 95 percentiles in height, and with obesity, standard or slender figure in the user population group.

(10) Joint structure

A structural system simulating human body joints.

(11) Link structure

Simulated model of bones and joints in a human body.

(12) Body surface structure

Body surface structure consisting of skin, fat tissue and muscle.

(13) Degree of freedom of the joint

The number of directional axes on a assumed local coordinate system over which a joint can rotate.

(14) Range of motion of the joint

Limit of joint movement in the spatial axial direction.

(15) User population group

A group of people having one or more common attributes such as age, gender, race, locality and occupation.