

高齢者の移動環境における快適性・安全性の研究 (第3報)

ユニバーサルデザイン (UD) 開発手法の構築と実践

横山詔常*1, 岡野 仁*2, 橋本晃司*1, 中村幸司*1, 古川 昇*3

Study of Comfort & Safety for the Elderly in the Traffic Environment III

Construction and practice of universal design development technique

YOKOYAMA Noritsune, OKANO Hitoshi, HASHIMOTO Koji, NAKAMURA Koji and FURUKAWA Noboru

This paper attempt to construct the total universal design development technique which contain user analysis, utilization of computer mannequin considered with "fitting" in design phase, production of CG which can simulate the design such as visibility, calculation of design value by utilization of human characteristic data base, creation of idea by user experience with mock-up, field study by monitor evaluation, ergonomics experiment. We developed tools for creating the universal design, thorough systematized the device and measurement equipment to verify user experience, and developed products by using the UD technique and tools.

ユーザ分析手法 (タスク分析など各調査分析手法), 設計段階でのフィッティングを考慮したコンピュータマネキンの活用, 視認性などデザインシミュレーションを可能とする CG の作成, 人間特性データベースの活用による設計値の算出, モックアップ体験によるアイデアの抽出手法, 現地モニタ評価, 人間工学実験など, 総合的な UD 開発技術を構築した。UD 開発のツールとして体験, 検証可能な装置, 計測機器のシステム化を行った。この手法とツールを活用し, 製品開発を行った。

キーワード: ユニバーサルデザイン, 実験室, 体験, フィッティング

置や姿勢補助器具, 駐車場製品, 景観製品などの開発事例を紹介する。

1. 緒 言

ユニバーサルデザイン (以下 UD) は, 1980 年代に建築家ロナルド・メイスより提唱された。その後, UD の思想, 理念は日本にも導入された。少子高齢社会の伸展に伴い, 大学などの教育機関や行政機関のみならず, 製品製造メーカーにもこの考え方がずいぶんと浸透してきた。ユニバーサルデザインという概念をどのようにデザインとして視覚化するか, 製品としてどのような形にするかという研究は, 研究機関やメーカーにて実施され, 方法論やツールも開発されてきた。

そこで, 本研究では, UD 開発手法における課題をまとめ, UD 開発手法の再構築を行い, UD の実験環境を実現するツールを開発する。また, 高齢者の移手段と移動のための社会的なインフラ整備について, 自動車の乗降装

2007. 8. 22 受理 技術支援部

*1 西部工業技術センター生産技術アカデミー製品設計研究部

*2 西部工業技術センター生産技術アカデミー生産システム研究部

*3 技術支援部

2. UD 開発の現状と課題

UD 開発において, 多くの指針や手法が報告されている¹⁻³⁾。UD の概念を, 「より多くの人に使えるもの」「より多くの人が満足できるもの」とすると, 以下の 2 点が課題である。

- 1) より多くの人が使えらるるよう、適合するようにする
こと。
- 2) より多くの人々の要求を把握し、それに合う解決策を
作成すること。

つまり, 1), 2) を可能とする方法論, ツール, 組織が必要となる。そのため, UD では次のことが重要となる。

- ①試作設計技術と評価技術の確立
- ②ユーザ分析手法の構築
- ③ユーザグループの構築
- ④設計効率化と事前評価
- ⑤製品化, 普及の方策

2.1 試作設計技術と評価技術の確立

フィッティング・デザイン³⁾や人間中心設計⁴⁾の考え

方を導入し、調査、分析、設計・試作、評価のサイクル化を目指す。人間と製品の関係について個々のニーズや適合性を突き詰め、それを調整・展開することにより、より多くのユーザを満足させる。つまり、UDを、個への適合（フィッティング）と多様性への対応（アジャスト）の組合せとして捉える。製品の形状寸法の適合に関しては、人間特性データベース⁵⁻⁷⁾が構築されているので、これを活用することによって可能となっている。

2.2 ユーザ分析

ユーザ分析とは製品機能やデザインに対するユーザの要求を把握することである。ユニバーサルデザインのみならず、デザイン開発の源流となるものである。マーケティングと異なるところは、アンケートやグループインタビューに重きを置かず、ユーザの行動や動作の観察に重きを置くことにある。つまり、アンケートやインタビューといった言語化できる顕在化されたニーズよりもユーザ自身の無意識の行動の中にある問題(潜在的ニーズ)を見つけ出すことが重要となる。観察の手法は、社会行動学や心理学としての経験に頼ることが多いが、観察するためのポイントなどまとめられた報告もある⁸⁻¹⁰⁾。

2.3 ユーザグループの構築

ユーザグループは、より多くのユーザとの対話やモニタにおける測定を可能とする。UD開発を行うにあたり、より多くのユーザとの交流が必要になる。そのため、各種障害者団体や病院、リハビリテーションセンター、町内老人会、シルバー人材センターなどのユーザとの交流が必要である。また、福祉施設の職員、リハセンター、病院の医者やセラピスト、レンタルや販売店などの専門家を含めたユーザグループの構築が不可欠である。

2.4 設計効率化と事前評価

UDの開発では、設計-評価の繰り返しが想定される。評価は可能なら設計段階で確認することが望まれている。そのため、人体特性データの導入、3次元CADの活用によって、設計と評価の開発サイクルの効率化と試作前の事前評価を行える体制が必要である。もちろん、試作での使用感など実際のテストが重要であることは言うまでもない。

2.5 製品化、普及の方策

製品化に関しては、製品全体としての機能のバランスが重要になるため、ユーザの要求をどこまで取り込むべ

きかという判断材料が必要となる。そのため、ユーザの要求度合いや身体等の適合範囲のデータベース化や推定が行えるような人間特性データの取得が必要となる。

普及に関しては、人に優しく、安全な製品であることの効果を実証し、ユーザに対し認知できることが重要である。Gマークなど表彰制度への応募や評価データによるエビデンスの獲得、アクセシビリティ、ユーザビリティに関する規格¹¹⁾や法規への対応が考えられる。

メーカーでは、営業や広報など組織全体としてのUDへの取り組み姿勢が問われている。

3. 方法論の体系化

3.1 全体的な開発フロー

UD開発における課題を解決するために、開発支援となる方法論をまとめた。

企画・調査、設計、試作、評価、生産、流通販売など全体の開発フローの中で、ユーザとの対話や人間特性データの取得を通じ、ユーザニーズに適合するデザインの解決策を作成し、具現化する。そして、最終的には、ユーザに提供し、その価値を理解してもらうことが求められる。

ISO13407⁴⁾では、調査、分析、設計、評価という4つの段階をサイクル化することによって、利用者の要求を満足させる製品設計プロセスを提唱している。

ここでは、設計者・デザイナーの視点から、設計の各段階（概念設計、実験設計、詳細設計）にて、調査分析、設計試作、評価検証というサイクル化を行うための開発フローの再構築を行った（図1）。

3.1.1 概念設計

「概念設計」の段階では、ユーザの要求を把握し、製品のコンセプトを作成するため、ユーザが製品を利用する現場での状況を把握することが重要となる。ここでは、観察調査、タスク分析、アンケート、インタビュー（グループインタビュー）などを行う。福祉用具に近いセグメントの製品の場合は、中間ユーザである専門家へのインタビューがより有効な手段となる。タスク分析は、仕事（JOB）を、作業（TASK）レベルに分解し、そのタスク毎の動作の観察を行い、問題点を抽出する。また、作業中のアクティブリスニング、作業後のブリーフィングに



図1 再構築した開発フロー

より問題点を整理しさらに明確化する。得られた要求を構造化する。これにより、ユーザの要求を把握でき、製品のコンセプトの作成を支援する。

3.1.2 実験設計

「実験設計」の段階では、現場での利用状況を実験室等にて再現し、設計者自らユーザとしての体験を行いながら、感覚を身体化・具現化させる。そのために簡易に試作でき、フィッティングのために調節可能なモックアップを作成することと、自由度の高い検証を可能とする実験ツールが必要となる。この体験は、課題を抽出するとともに、課題を解決するインスピレーションとアイデアを創出するための有効なツールとなる。

また、製品評価ではなく、簡易モックアップやシミュレーションによりデザインを視覚的に呈示し、簡易的なユーザ参加の実験・検証を行う。実験で得られた人体特性データを設計で活用できるように、データの変換を行なう。

3.1.3 詳細設計

「詳細設計」の段階では、3次元CAD上でのデジタルヒューマンにおける検証や、製品に近い試作を用い、現場でのモニタ評価や実験室での評価実験を行い、製品アイデアや試作がユーザの要求に適合しているか検証を行う。また同時に、人間特性以外の要求、例えば、コストや構造的な実現性などと照らし合わせ、トレードオフを行う。人間特性データの適合範囲を調整し、現実的な製品として仕上げていく。

3.2 フィッティングとアジャストの方法

調査や実験にて、個々のユーザの人間特性データを収集し、個人レベルでのフィッティングデータを取得する。このデータを蓄積し、多様性への対応を行う。例えば、形状・サイズの課題であれば、人間生活工学研究センター⁵⁾、産業総合技術研究所デジタルヒューマン研究センター⁶⁾や、製品評価技術基盤機構⁷⁾などが公開している人体データベースを活用し、統計処理を行うことにより、多様性への対応（アジャスト）が可能となる。製品機能としてアジャストする方法は、一般的には、「展開」、「オプション化」、「基本性能の拡張」にて行われている。

より開発の川上での取り組みである概念設計、実験設計時にフィッティングとアジャストのテストを行うことにより、課題や原理を抽出しやすく、設計者自らのアイデアの創出を支援するのに有効的である。これらフィッティングやアジャストのテストなど設計者やモニタなどの行動や体験により、創造性のある製品開発を行うデザイン作業を「実験デザイン」として位置づける。ユーザの多様性に対応すべきUDの特徴的な取り組みである。

4. UD ツールの開発

この方法論を具現化し実現するツールとして、「UD 実験ラボ」を開発した。UDは、製品設計する上で、ユーザ

参加型の開発として、ユーザの体験を通じ、ユーザとの対話を実現すること、併せて、人間特性データを取得することが求められる。そこで、UD 実験ラボでは、個人のフィッティング体験を可能とし、フレキシブルな体験・検証を行える装置並びに計測機器のシステム化を行った。「UD 検証ブース」、「デザインシミュレーション・ブース」、「コミュニケーション・ブース」から構成される。

4.1 UD 検証ブース（試作品・モックアップ体験）

UD 検証ブースは、高さ・幅・奥行き方向に自由に設置可能な壁面（多孔ボード）とテーブルリフトの活用により簡易にモックアップの設置が可能であり、あらゆる人のフィッティングについてテスト・検証を行う（図2）。

また、他の計測機器を活用することにより、ユーザの動作や行動を映像として記録し、その動作時の生体データと組み合わせることで、動作と生体データの解釈が明瞭になる。

本研究では、「乗降用の手すり」「景観製品（簡易腰掛：サポータ）」の設計にて活用した。



図2 UD 検証ブース活用例
(左：乗降用手すり，右：サポータ)

4.2 デザインシミュレーション・ブース（CG 体験）

試作やモックアップを作成する必要がなく、製品の視覚的な要件を探ることを目的とする検証ブースである（図3）。デザイン案などCGやアニメーションをモニタに呈示することでその反応を計測し、データベース化する。本研究では、駐車場製品の視認性・景観性のテストにて活用し、高齢者の視認性と嗜好性などの感性データを取得し、設計に活かすシステム（図4）を構築した。



図3 デザインシミュレーション・ブース活用例
(左：ゲートバー呈示例，右：実験風景)

4.3 コミュニケーション・ブース（ニーズ顕在化・構造化）

ユーザとのコミュニケーションを図り、個別インタビューやフォーカスグループなどを通じ、ニーズを聞き取る。その要求を整理・構造化し、明確化するための検証ブース（図5）として活用する。

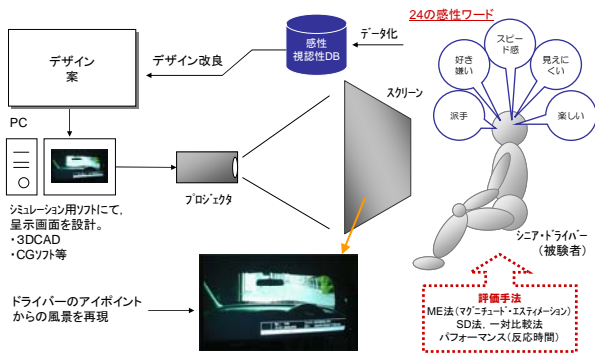


図4 シミュレーション・テスト・システム



図5 コミュニケーション・ブース活用例
(左：ブリーフィング風景，右：ニーズの構造化)

この「UD 実験ラボ」という実験環境ツールと各種計測機械の活用し、人間の動作データ（映像）と生体信号、主観評価などと組み合わせることにより、総合的なテストが可能となった。自動車装備品や周辺設備の開発もこのツールを活用することによって、実現することができた。

5. UD 開発手法の適用

UD の方法論と UD 実験室を活用した事例とその開発手順を次に示す。

5.1 自動車架装品

- 1) ユーザ分析（観察，タスク分析，インタビュー）
- 2) ユーザ分析より 34 の基礎デザイン案を作成
- 3) 大型送迎車の再調査（ユーザ分析・専門家聞き取り）
- 4) 改良コンセプト・基礎より改良デザイン案を作成
 - ①乗降用の手すりシステム
 - ②アシストグリップ（姿勢保持）
 - ③クッション，ベルトカバー
- 5) 実験
 - ①乗降用の手すりシステム
 - ・ UD 検証ブースにて，福祉車輛の乗降口を模倣的に再現。高齢者疑似体験装具着用による設計者の体験により手すり位置，角度など検証し，新規デザインの解決案を作成
 - ②アシストグリップ（姿勢保持）
 - ・ 簡易モックアップの作成と握りの検証
 - ・ グリップの三次元形状の設計並びに，座位でのリーチングをコンピュータマネキンにより推定（図6）

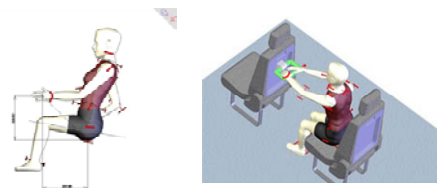


図6 座位姿勢でのリーチング検証

- ③クッション，ベルトカバー

- ・ ペーパーモックアップによる検証

- 6) 詳細設計・試作

- 7) 評価

- ・ リハビリテーションセンターやデイサービス事業所において実車によるテストを実施し課題点を抽出

- 8) 改良案の作成

5.2 駐車場製品（ゲートバー）

- 1) ユーザ分析（観察，タスク分析，アンケート）

- ・ アンケートによるタスク分析やテキストマイニングを実施。シニアとノンシニアの要求度を定量化し，ニーズを4分類。潜在的なニーズを発掘¹²⁾

- 2) ゲートバーのフィールド調査（ドライバーのアイポイントからの見え方調査など）（図7）

- ・ 遠景，逆光，背景（植栽など）メンテナンス，景観性に課題



図7 フィールド調査

- 3) 色覚シミュレーションの実施

- 4) コンセプトの決定

- 5) シミュレーションCG作成

- 6) 視認性テストの実施

- ・ 形状，赤色寸法
- ・ 感性工学手法
- ・ 逆光テスト（図8）



図8 逆光テスト

- 7) 指標化・DB化

- 8) デザイン案作成・試作

5.3 簡易腰掛（サポータ）

- 1) フィールド調査（観察調査）

- 2) 製品アイデアの作成 (20 案) → 絞り込み
- 3) 目標の設定

- ・ 駐車場の待ち時間。バスなどの待ち時間を有効活用でき、高齢者にとって、立ち上がりやすく、座り心地の良い製品を提供。キーワードは、立ち座り動作、座り心地、アフォーダンス、荷物保持とする

- 4) 実験モックアップ作成・試作
- 5) 実験 (サポータの形状・高さを特定)
 - ・ 6 種類の座面形状の内、一番評価の高い形状を抽出。
 - ・ 上限高さ、最適高さ、下限高さをテスト (UD 検証ブースにて)
 - ・ 重心動揺、床反力を計測
- 6) 分析 (サポータの形状・高さを特定)
 - ・ 身体 DB¹⁰⁾ を活用し、高齢者女性や青年男性などの最適値等を算出
 - ・ 「高齢者女性の身長 5%tile 値の人のサポータ高さ上限値」と「青年男性の身長 95%tile 値の人のサポータ高さ下限値」の 2 点を比較検討し、より多くの人が利用できるサポータ高さを設定
- 7) 実験 (前方サポータの高さを特定)
 - ・ 6 段階に高さを設置し、テスト
 - ・ 姿勢や必要な寸法 (クリアランス等) を計測 (DKH 社製: Dual Stream を使用) (図 9)

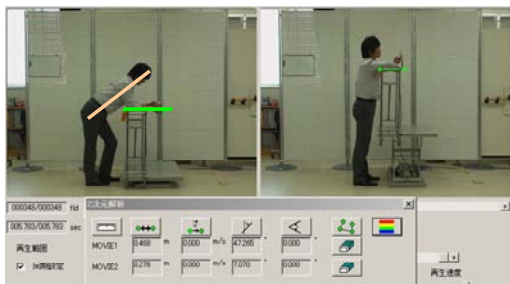


図 9 姿勢、空間寸法計測

- 8) 分析 (前方サポータの高さを特定)
 - ・ 適正高さと肘頭高比との関係を算出
 - ・ 身体 DB¹⁰⁾ を活用し、高齢者女性や青年男性などの最適値等を算出
 - ・ 「高齢者女性の身長 5%tile 値の人の前方サポータ高さ上限値」と「青年男性の身長 95%tile 値の人の前方サポータ高さ下限値」の 2 点を比較検討し、より多くの人が利用できる高さを設定
- 9) UD としての改善アイデアの抽出
 - ・ 体格差を考慮した場合の製品設計値の算出。
 - ・ アジャスタブルの方法、解決案の作成
- 10) サポータユニットのデザイン案の作成 (6 案)
 - ・ 体格差など UD デザイン案を作成
- 11) 企業との擦り合わせ
 - ・ UD 実験、UD 設計手法の説明体験会を実施。
- 12) 最終デザイン案の作成 (1 案)

6. 結 言

- 1) UD 開発手法における課題点を抽出し、UD 開発手法を再構築した。
- 2) UD 開発を支援するツールとしての UD 実験室を開発した。
- 3) UD 開発手法、UD 開発ツールを活用し、自動車架装品 3 点、駐車場ゲートバー、簡易腰掛 (サポータ) の製品開発を行った。

謝 辞

本研究を推進するにあたり、送迎車や交通の UD について、すみごちデザイン代表の隅垣内彰氏にご指導頂きました。この場を借りて深謝いたします。

また本開発事業では、研究や実験に参画していただいた多くの一般ユーザの方々、リハセンターや大学、福祉施設の専門家の皆様など多くの方々にご協力いただきました。ここに御礼申し上げます。

文 献

- 1) 日経デザイン編, 中川聰監修: ユニバーサルデザインの教科書, 日経 BP 社, 2002.
- 2) 日本人間工学会著: ユニバーサルデザイン実践ガイドライン, 共立出版, 2003.
- 3) 鴨志田厚子: 共用品による社会づくり, [静岡県編, しずおかユニバーサルデザイン専門委員著, :ユニバーサルデザイン入門], 2002, p.55-76.
- 4) ISO13407: Human-centred design process for interactive systems, 1999.
- 5) <http://www.hql.jp/database/index.html>
- 6) <http://riodb.ibase.aist.go.jp/dhbodydb/>
- 7) <http://www.tech.nite.go.jp/human/index.html>
- 8) 山岡俊樹: 日本デザイン学会誌, 11(2), 16-23(2003).
- 9) 松浪晴人: 日本人間工学会第 47 回大会講演集, 大阪市, 2006, 26-27.
- 10) http://www.ideo.com/case_studies/MethodDeck/MethodDeck/index.html
- 11) JIS Z 8071 (ISO/IEC Guide71): 高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針, 2003.
- 12) 横山詔常ほか 4 名: 第 1 回日本感性工学会中四国・九州支部大会予稿集, 広島市, 2007, 3-4.