

監視制御システムのユニバーサルデザイン

Universal Design for Monitoring and Control Systems

西澤 よそ子

杉野 寿治

■ NISHIZAWA Yosoko

■ SUGINO Toshiharu

家電やAV機器などでは、より多くの人々にとって使いやすいよう設計するユニバーサルデザイン (UD) をコンセプトとした製品が盛んに開発されている。しかし、社会インフラ系システムなどの監視制御システムではこのUDの概念はなじまないという考えが多く、UDの適用は色覚対応などに限定されている。

東芝は、監視制御システムへのUDの拡大に取り組んでいる。UDの概念を適用することで、高齢社会におけるユーザーの年齢層拡大や、情報の多元的な活用による立場やスキルの異なるユーザーへの情報提供にも対応できるようになる。

The concept of universal design (UD) is applied to home appliances, audiovisual equipment, and similar products with the aim of enabling large numbers of people to easily use such products. However, UD has not been considered to be so relevant to social infrastructure systems such as monitoring and control systems. As a result, the aspects of such systems to which UD is applicable have been limited to usability by people with color weakness and so on.

Toshiba is making efforts to expand the application of UD to monitoring and control systems. Applying the concept of UD makes it possible to meet requirements for diversification, with the age range of users becoming wider in the aging society and users in various positions possessing different skills handling multidimensional information.

1 まえがき

高齢社会では、より多くの人々にとって使いやすいように、環境や、製品、システムをデザインするユニバーサルデザイン (UD) がますます重要になっている。現在、家電・AV機器などのコンシューマー製品や公共施設ではUDをコンセプトとして盛んに開発が行われている。しかし、社会インフラ系システムなどの監視制御システムではUDを特徴としたものは少ない。

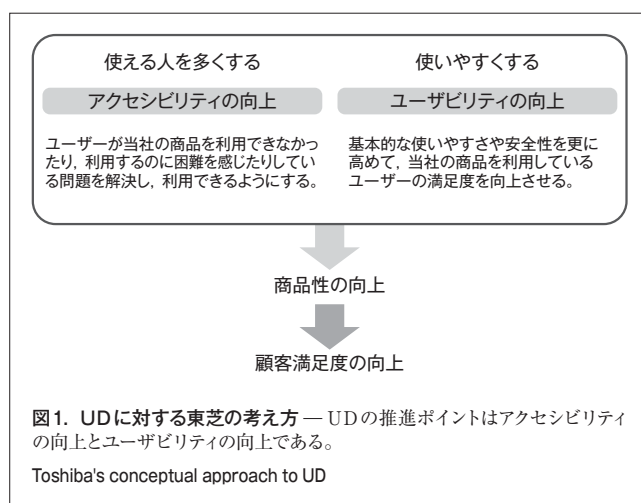
監視制御システムは、特定のユーザーだけで利用されるため、UDの概念は必要性が低いという考えが多く、現在、UDの適用は色覚対応などに限定されている。しかし、最近、高齢社会における年齢層の拡大やスキル差の拡大などユーザーが多様化するとともに、環境や情報も多様化するなかで、UDの概念を適用する必要性が高まっている。

東芝は、人間中心設計 (HCD: Human Centered Design) プロセスを監視制御システムへ適用することでUDの取組みを進めている。

ここでは、監視制御システムをUDの視点でとらえ、UDの適用への取組みについて述べる。

2 UDに対する東芝の考え方

人が機械やシステムと接するところでは、通常、使いやすさ、あるいは使いにくさが生じてしまう。ユーザーが機械やシステムを十分に使いこなすその機能を享受するために、ユーザ



ビリティの向上は重要である。当社は、その一つの方法がHCDプロセスの適用であると考えている。HCDプロセスとは、製品やシステムを使いやすくするため、常にユーザーの視点に立った一連のデザイン活動である。

当社は、図1に示すように、使える人を多くする“アクセシビリティの向上”と、使いやすくする“ユーザビリティの向上”の二つをポイントにUDを推進している。そして、具体的な取組みの実践として、前述したHCDプロセスが基本となっている。

HCDはユーザビリティ向上の活動であるが、そこでユーザーをどれだけ広く規定するか、そのユーザーの範囲を広げていくこと、あるいは規定された範囲で同程度の使いやすさを

できるだけ多くのユーザーに対して提供していくことは、アクセシビリティ向上と言える。したがって、想定されるユーザーを巻き込むHCDプロセスを製品開発に適用することは、UDを実践していることにほかならない。

3 UDの視点でとらえた監視制御システム

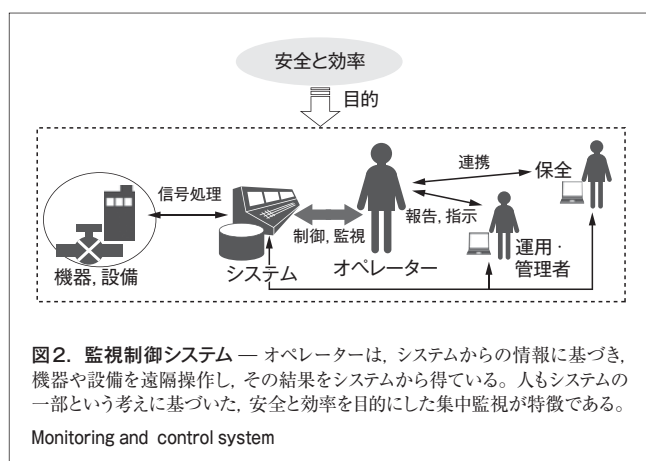
3.1 監視制御システムの特徴

監視制御システムは、設備機器を遠隔で監視、制御する情報システムであり、原子力・火力発電所、上下水道プラント、鉄道、高速道路、航空などの社会インフラ及び、石油や化学、食品、製鉄などの産業プラントで広く導入されている。監視制御システムは、施設が安全に効率よく運用されることを目的にしており、施設管理の中核として機能している。オペレーターは、図2に示すように、監視制御システムからの情報に基づき機器を遠隔操作して、その結果もこのシステムから得る。したがって、監視制御システムは、オペレーターと機器や設備との接点として重要な位置づけになっている。

監視制御システムは、人もシステムの一部である、また、人が集中監視するという特徴がある。

人は、システムから得た監視対象の情報を判断し、システムへ制御指令を出す頭脳であると位置づけられる。プラントを効率よく安全に動かすという意味で、人もシステムの一部と考え、プラント全体を設計している。このため、人の特性を把握しそれに対応したシステムを構築する必要がある、ヒューマンファクターの考え方がシステム設計では重要視されている。

集中監視という特徴から、一つのシステムでプラントを集約して監視するため、大量のデータを集約して提示したり、それに伴い、システムがどのように処理したかがわかるようにすることが必要である。また、対象を実際に目にすることなく遠隔で操作するということは、機器の動作などもシステムを通して把握することでもあり、徐々に実際の機器操作の感覚を失う問題を内在している。



このような特徴を持った監視制御システムでは、システムのなかで課題を遂行しようとする人間の行動と思考の特性と能力の限界を把握し、人がシステムの本来の目的を確実に達成できるように設計することが求められる。したがって、多くの監視制御システムでは、必然的にHCDの開発プロセスが実践されている。

3.2 コンシューマー製品との比較

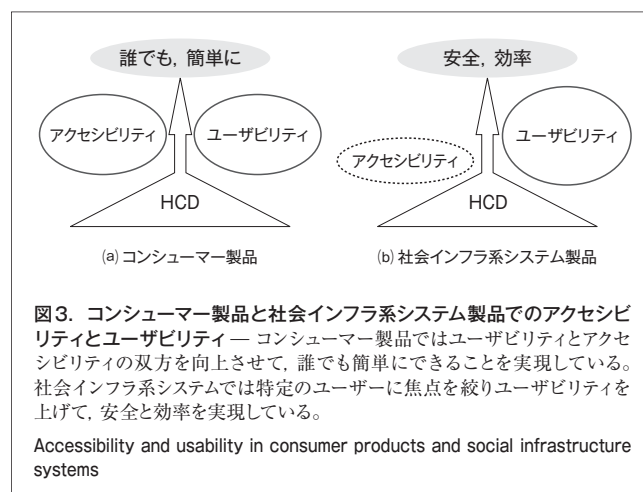
コンシューマー製品と社会インフラ系システム製品について、UDの構成概念であるアクセシビリティ及びユーザビリティとHCDプロセスの関係を図3に示す。

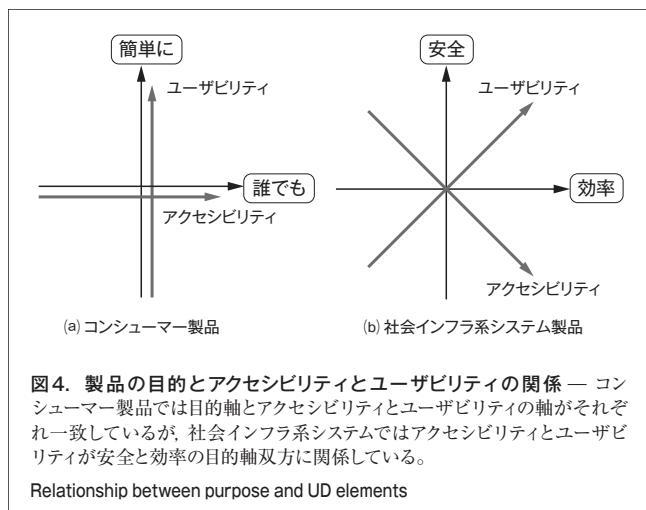
コンシューマー製品は、その目的を“誰でも”、“簡単に”できることに置いているため、アクセシビリティとユーザビリティ双方の向上を目指してHCDプロセスにおける設計を行い、“誰でも”と“簡単に”を目指す。一方、社会インフラ系の監視制御システムでは、特定のユーザーに焦点を絞っているため、アクセシビリティはあまり考慮せず、ユーザビリティを上げることで“安全”と“効率”を実現している。コンシューマー製品及び監視制御システムともに、製品開発においてHCDプロセスが有効である。

“誰でも”と“簡単に”及び“安全”と“効率”という目的と、アクセシビリティ及びユーザビリティを向上させることの相関を図4に示す。

コンシューマー製品では、先にも述べたように誰でもがアクセシビリティに相当し、簡単にユーザビリティそのものであるため、それぞれの目的とUDの適用は一致している。

一方、監視制御システムでは、ユーザビリティもアクセシビリティも安全と効率の双方に相関がある。ユーザビリティについては双方に対して正の相関を持ち、ユーザビリティが向上するほど安全と効率が双方とも上がる。ところが、アクセシビリティについては、効率には正の相関、安全には負の相関を持つと考えられる。誰でも使えるほどに簡単な操作を実現することで、効率は上がる。しかし、逆の視点から言えば、機器やシ





システムに対する十分な理解がない人にも操作できるということでも安全面に不安が残る。

このような考え方に立てば、社会インフラ系の監視制御システムは、ユーザビリティ主体のUDであると言える。しかし、UDはあくまでアクセシビリティをも意識するという立場に立てば、専門家だけが利用する監視制御システムはUDの適用範囲外とも言える。

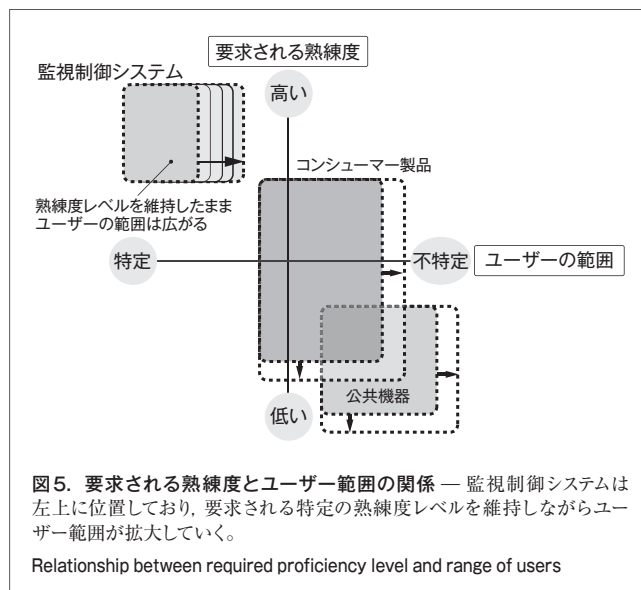
3.3 アクセシビリティのとらえ方と対象ユーザーの広がり

監視制御システムへのUDの適用を考えたとき、前述の特徴からアクセシビリティをどのように扱うかが課題である。

監視制御システム、コンシューマー製品、及び公共機器のユーザーに要求される熟練度とユーザーの範囲の関係を図5に示す。誰でも、簡単にという観点から券売機などの公共機器は一番右下に位置づけられる。監視制御システムは、左上に位置し、特定の熟練度が要求され、その水準を維持するために訓練などが行われる。

一方、欧米諸国などの監視制御システムのオペレーターには、既に年齢性別障害の有無の制限がない。このような社会の情勢などから、ユーザー範囲が徐々に拡大していくと考えられる。しかし、監視制御システムが安全と効率を目的とすることから、要求される熟練度の水準は変わらず維持される。

このように、今後は技術の要求水準は変わらないまでも、ユーザー範囲の拡大は行われていくと考える。この観点から、年齢層の増加に伴う人の特性変化や色覚の多様性についてすぐに対応すべきである。また、情報公開やその多角的な活用により、異なる立場の人が同じ情報を見るといった状況の多様性、あるいはグローバル化に伴う外国人の雇用などへの対応も検討していく必要がある。このような今まで考慮していなかった視点への対応が、監視制御システムにおけるユーザーの広がり、すなわちアクセシビリティと位置づけられる。



4 監視制御システムでのUD先行事例

当社は、既に、上下水道監視制御システムTOSWACS_{TM}-VにおいてUDの対応を始めた。そこで実践した多様性への対応とUDの更なる適用拡大について述べる。

4.1 ユーザーの拡大の解釈

従来、監視制御システムは、専門的な知識と経験を持つ専門家で健康な成人という特定ユーザーが、制御室という特定の場所で使用することを前提としていた。そのため、操作デバイスや、監視画面、監視制御室などをデザインする際に、その特定の条件の中で人間工学的なデザインを行うことで使い勝手の向上を図ってきた。

しかし、最近の社会動向や上下水道事業の動向、IT（情報技術）の動向などから、監視制御システムの使用形態は次の3点をベースに多様化していると考えられる。

- (1) システムの広域化により、多様な立場やスキルを持った人が、様々な環境（場所）から監視操作を行うようになる。
- (2) 業務の効率化や、省力化、無人化により、オペレーター1人が管理する信号数（情報量）が増大する。
- (3) オペレーターの身体機能の個人差を容認する意識が高まる。

したがって、図6に示すような使用形態の多様化が予想される。このため、上下水道監視制御システムTOSWACS_{TM}-Vでは、これらの多様性をキーワードにUDの考え方を適用して開発を行った^{(1), (2)}。

4.2 UD対応の実践

図6で示した五つの多様性に対して、その具体的な課題を抽出し、それぞれの対応策を行った。

- (1) スキル スキルの差が広がることで、ベテランでなくでも対応できること、またベテランはより効率的に監視で

使用形態	現状	今後
スキル	十分な知識、経験	スキル差の拡大
立場	専門家	様々な立場の人の利用
環境	中央監視室、現場	遠隔管理の拡大
情報	適度な情報量	信号数の増大
身体	健康な成人	個人差を許容

図6. 使用形態の多様化 — 環境の変化で監視制御システムの使用形態が多様化してくるため、それぞれの多様性への対応が必要になる。

Diversification of usage patterns

きることが求められる。これを解決するため、ベテランの監視ノウハウを抽出して、それに沿った情報の組合せを蓄積し、情報共有する仕組みを補強するとともに、プラント診断と予測の機能を支援している。

- (2) 立場 様々な立場の人が監視制御システムの情報を活用できることが求められる。立場により情報の見方や対象が異なるため、それぞれの人に使いやすい情報提供が必要である。このため、それぞれのユーザーが見たい情報を見やすいように編集できる機能を付加することで、柔軟に情報を利用できるようにしている。
- (3) 環境 監視対象が離れた場所にある場合、集中監視している場所と現地操作する場所などで連携できることが求められる。これに対しては、いつでも、どこからでも監視操作を実現できるようにしている。
- (4) 情報 情報が膨大になると、監視対象全体の状態を把握することが容易でなくなり、見たい情報を入手するのに時間がかかる。また、監視情報の増加は警報の増大となり人に多大な負荷を課すことになる。このため、様々な切り口でデータを一覧把握できるようにし、警報もレベル分けするなど集約して表示できるようにしている。
- (5) 身体 高齢者や障がい者の雇用、身体機能の特性の個人差により、使用の制限や使い勝手の低下が生じないことが必要である。例えば色覚の多様性に対応する場合、故障警報の表示について、色の認識の差異に配慮してコントラストが確保できるように設計するとともに、文字表記の付加や形状の変更なども行っている。

4.3 インデント製品^(注1)への拡大の可能性

TOSWACS_{TM}-Vでは、使用形態の多様化という視点でUDの考え方が適用されている。電力系統監視制御の給電システムでも、UDの視点ではないが、新しい業務形態や運用組織形態に柔軟に対応するため、オペレーターの熟練ノウハウの不確定性を考慮したシステムが開発されている⁽³⁾。

(注1) 発電所やプラントなどの大規模システム、医療用機器などの専門機器、あるいは自動改札機などの公共機器といった、ユーザーと個々に仕様を決めて製作する製品。

また、IT技術の発達により、遠隔監視や現場作業との連携など要求される機能も更に高度化していくことが予想される。一方、技術が進歩するほど、個人が処理せざるをえない情報は膨大になってきており、すべてのユーザーが同じように解釈できる情報のあり方を模索している。更に、グローバル化への対応として、文化の違いなどに見られるアイコンの色や形状の認識の相違なども考慮すべきである。

多様性をユーザーの広がりと考えると、監視制御システムへのUDの適用は考慮すべき課題であると言える。早急な使用形態の多様化への要求はなくとも、監視制御システムの開発に有効なHCDプロセスをベースに、ユーザーに最適なシステム開発を行っていくことがUD実現につながると考える。

5 あとがき

監視制御システムでは、その目的の違いから、コンシューマー製品とUDの考え方が異なる。監視制御システムは以前UD対象外と思われていたが、TOSWACS_{TM}-Vシステムの事例のように、多様性に注目してUDを適用してきている。今後もこのような動きは、公共施設のシステムを中心に広がる可能性があると思われる。

当社は、HCDプロセスの監視制御システムの適用に取り組んでいる。社会インフラシステムでの多様性の到来を視野に入れながら、まず、年齢や色覚への対応を広げることから、UDの監視制御システムへの適用を行っていく。

文 献

- (1) 寺島博宣、ほか。“監視制御システムにおけるユニバーサルデザインの取り組み”。電気学会 公共施設研究会資料。東京、2009-05、電気学会、2009、PPE-096。
- (2) 西澤よそ子。“監視制御システム用GUI開発におけるUDへの取り組み”。第2回国際ユニバーサルデザイン会議2006 in 京都。京都、2006-10、国際ユニバーサルデザイン協議会。2006、O-152。
- (3) 藤本裕仁、ほか。給電システムの高度化と今後の展開。東芝レビュー。63、4、2008、p.6-9。



西澤 よそ子 NISHIZAWA Yosoko

デザインセンター デザイン統括部参事。
デザイン調査及び、人間中心によるデザイン開発に従事。
日本人間工学会、日本認知科学会会員。
Design Management Dept.



杉野 寿治 SUGINO Toshiharu

社会システム社 水・環境システム事業部 水・環境エンジニア
リグセンター主務。公共システム技術の開発及びエンジニアリング業務に従事。環境システム計測制御学会会員。
Environmental Systems Div.