

安全・安心の製品デザイン ＜アフォーダンスを通して安全行動を導く＞

Roles of design for a safety product
To lead safety actions to users through product affordances

渡辺俊生（株式会社中部デザイン研究所）

Toshio Watanabe, Chubu design research Inc., 1-29-29 Sakae Naka-ku Nagoya city, 460-0008,

watanabe@chubu-design.co.jp

従来、製品の安全は主として設計開発の課題であり製品の使用過程で設計に起因する事故やケガなどを防ぐ物理的、技術的な側面が対象とされてきた。これに対しデザインの役割として製品の機能や操作方法を分かりやすく表現したり、人の認知過程や行為、行動を安全に導く仕掛けづくりなどソフト面の貢献が挙げられる。その具体的な手法として製品のタスク、仕組みを形に表現するグラスボックス化と適切なアフォーダンスの提供による安全行動への誘因が挙げられる。これらは使用者と機器との信頼感、親和性を増し安心感を増長することができる。安全・安心に貢献するデザインの手法および可能性について具体的な事例を挙げながら説明する。

キーワード：アフォーダンス、グラスボックス化、認知、安全行動の誘発

Safety of product has been considered as a role of development field in the past and the main objective was to reduce the risk of accidents caused by engineering design. On the other hand, product designing can contribute to realize safe quality of products by promoting psychological field. For example, it is possible to represent the mechanism and usability of the product in its shape to be comprehensible for users. It helps users to form mental models of mechanism and function of the product. As a result, they create friendly and psychologically safe products for users. Furthermore a symbolized sign can give information of affordance that leads safe action to users. I am now going to show some studies of safe environments that can be created by product design approaches.

Key Words: Affordance, Grass box, Cognition, Causing,

はじめに

製造業にとって製品の安全・安心は経営の根幹を成す課題である。P社の瞬間湯沸かし器の一酸化炭素中毒事故、N社のFFファンヒーターの排気ガスの逆流事故、M社のタイヤ脱落事故など記憶に新しい。これらはいずれも製品の欠陥も然ることながら問題解決を先延ばしし、あるいは隠蔽しようとした企業姿勢の問題がクローズアップされた。安全を実現するためには製品に欠陥を最小限にするものづくり体制と、万一問題が発生した場合のリスクマネジメントの二つの側面を考慮する必要がある。十分に注意して設計してもミスを根絶することは不可能であり製品が10年、15年と使われるうちに予期しない事故は起こり得るからである。前述のN社製ファンヒーターはリコールが後手に回り結果として多くの被害者を出した。一転してテレビスポットによる回収を呼びかけたが数百億円を費やしたと伝えられる。その最中、今度はP社の欠陥が発覚しその対応が社会的批判を受け、逆にN社が評価された皮肉な経緯がある。かつてS製薬は目薬への異物混入が発覚して直ちに全品回収し高い評価を受けた。この二例は万一欠陥が発覚してもその後の対応により企業への評価を180度転換することを物語っている。国の政策は1995年のPL法の施行、昨年9月には消費者庁が設置されユーザーの立場をより重視する政策が打ち出されている。

商品力強化の視点からも安全の基本を抑えることは肝要である。VOLVOは安全に特化した車づくりにより商品付加価値を向上し、ルフトハンザは綿密な機体整備により世界一安全な航空会社の評価を得てブランド力の強化に繋がっている。製品の安全性向上についてプロダクト・デザインの視点から具体的な方策を提案したい。

1. 安全・安心の定義

製品の安全・安心について定義する。ここでは安全は製品がその使用過程でケガや事故などを引き起こさない物理的な側面（(1)～(3)）、安心は分かりやすさ、使いやすさなど製品の信頼感から醸成される心理的な側面（(4)）のクオリティの向上とした。

- (1) 製品を使用する過程で設計ミスや製品の機能に起因する事故、ケガがないこと。
- (2) 間違った使用をしても事故やケガに繋がらない。
- (3) 製品の機能を十分に果たす範囲で最大限に安全であること。
- (4) 製品の直感的な分かりやすさ、操作性など使用者との親和性が高くメンタルモデル（注1）の形成が容易であること。

近年情報化、IT化にともない電気製品を代表する多くの製品分野でマイコンやコンピュータによる制御が普及している。これらは製品の使い勝手をより洗練されたものとし、付加機能を備え、時にはエネルギー消費を劇的に抑える効果などが期待される。しかし反面、製品の操作を煩雑にし使用性を損なう弊害も指摘されている。(4) 使用者との親和性の項はこうした電子制御の製品の間疎外性を緩和し分かりやすくすることは危険を低減するだけでなく、心理的に受け入れられることにより安心感を増長することに寄与する。

2. 安全・安心の課題

企業経営の視点から見ると製品の安全・安心を向上するために二つの分野への取り組みが必要となる。一つは安全な製品を生み出す企業風土の醸成であり従業員の意識改革や製品の欠陥などネガティブな情報もオープンにできる組織など運営面の課題である。いま一つは安全な製品を生み出す技術的な課題でありここにはデザインの課題も含まれる。

2-1 経営面の課題

- (1) 安全にかんするフィロソフィー、安全設計思想を確立し、設計者を含む全従業員への啓蒙を通じて安全品質、設計に対する意識、関心を高揚する。
- (2) 問題が発生した際に解決を先延ばししたり隠したりしないオープンな組織風土、安全に対する取り組みを評価する仕組みづくり。営業、サービス、購買、設計、製

造、地域拠点を含め社内横断的な情報の風通しの良さが求められる。

(3) 万一製品に起因する欠陥を出した際、原因究明と対策がスピーディに採れるまた、責任所在の明確化。これにより被害者と企業経営双方のダメージを最小限に止めることができる。

(4) リスクが発生した際のマニュアル整備、財務、PL 保険、法律面など普段から対応策を準備する。

2-2 技術的な課題

(1) 安全設計標準の確立と共有化。JIS を基本として商品カテゴリーに応じた具体的な内容とする。「安全設計マニュアル」として共有化されることが求められる。危険部(稼働部、回転部、高電圧部等)に立ち入れない、手足が届かない、カバーリングなど。また自動停止機能の設定、フェイルセーフ、フルプルーフを考慮し危険を未然に回避する設計などが挙げられる。

(2) 危険事例の蓄積と共有化。これには危険・事故・ヒヤリハット(注2)、インシデント(注3)など危険の状況や原因、課題情報が含まれる。

(3) 安全性を高める開発プロセスを確立する。近年、ものづくりの現場では知的生産性を向上する開発プロセスの導入が進んでいる。デザインレビューのステップごとに先の安全スタンダードを取り入れることにより確実にチェックすることができる。

(4) 設計業務にとって安全も然ることながら、機能の再現性の確保は最優先される。このほかに開発、製造コストの制約、設計リードタイムの制約など様々な条件と折り合いをつけながら開発を行う。

企業が事業を継続するためには安全に偏重した開発は不可能である。一例として自転車の例を挙げる。近年、環境意識の高まりとともに自転車ブームとなり事故が多発している。自転車の安全を高めようとするとう重心を低く、車輪数を増やし、あるいは衝突時に人を怪我から守るカウリングを備えるなど様々なアイデアが浮かぶ。しかしこれ

では自転車本来の目的であるスピード、手軽さ、価格など商品としての魅力を損ねることになる。従って機能を満足した上で安全性との最適なバランスを取ることが求められる。包丁を安全にするために切れなくすると無理な作業によりケガが増える結果を招きまねない。

2-3 デザインの課題

(1) 自然な動作、使い勝手、作業姿勢のスタディ。

(2) 機器のシンプルなデザイン表現によりメンタルモデル形成を容易にし、直感的な理解を促す。

(3) 間違った操作をさせないインターフェイス。表示類操作方法、手順が分かりやすい。

(4) 人の行動を心理的に安全行動に導く仕掛けづくり。

3. デザインと認知工学の役割

3-1 操作手順、使い方、作業動線などを考慮し無理のない自然な動作が安全を導く。適切な時間、適切な場所に、適切な情報(アフォーダンス(注4))を提供することにより自然な使い勝手を提供し、危険を未然に回避することができる。

また機械の動作する原理やタスクと操作との関連を明示することによりメンタルモデルの形成を促し、機器への理解が深まる。これにより安全に使用する行為を強化することができる。

3-2 ブラックボックスとガラスボックス

電子制御以前の機器類では目的とする作用(タスク)は目視等により確認できた。操作は概ね操作1に対しタスク1の関係であった。ところが近年、制御がより高度になるにつれタスクが見えにくくなり一つの操作でより多くのタスクを実行したり、コンピュータのように操作画面の階層が幾重にも重なっているものが多くなっている。機器の内部で何が進行しているかを創造することができにくくなった。これはブラックボックスと言われ、人が機器の作用について類推するメンタルモデルの形成を困難にし、機器に対する疎外感に繋がっている。これに対し製品の機能

が分かりやすく表現されていることはガラスボックスといわれる。ガラスボックス化は人と機器の親和性を確保するためデザインの主要な課題である。タスクの表現について渡辺がデザインしたふとん乾燥機の例を紹介する。

ふとん乾燥器は湿度の高い日本の気候（特に梅雨時など）の中、健康で快適な眠りを提供するほか寒い冬、就寝前にふとんを暖めておくにも重宝する。私がデザインに関与した FD-F06B1 (Fig.1 左、1995 年 N 社より発売) について紹介する。

Fig.1 FD-F06B1 (左) 及び既製品 FD-F07F1 (右)



このメーカーは当時、既製品 FD-F07F1 (Fig.1 右) の使い勝手について一定の評価を得ていた。その仕様について以下に示す。

- (1) 使用のたびにマットを着脱する必要がない。
- (2) 使用後はマットを畳む必要はなくラフに本体容器に突っ込めば良い。(Fig.3 参照)

しかし現実には手間のかかる他社 (M 社) 製品が売っていた。原因として挙げられたのはデザインがブラックボックスで使いやすさが外観に表れていないというものだった。そこで「家事省力化商品として、使い勝手の良さが店頭で見える商品。」というコンセプトでデザイン依頼を受けた。メーカーの意図は便利さをデザインに表現し、その良さを消費者に伝えようというものである。商品の効果を表現する様々なアイデアを展開し、採用されたデザインのポイントはカラーリングされた回転ノズルとその下にレイアウトされたマット収納ボックスの案 (Fig4) である。両者を外観に表すことによりユーザーはその機能、使用方法を自然な形で理解しようとするだろう。(Fig.2,3)

Fig.2 ノズルの回転により使用高さが調整できる



Fig.3 マットは簡単に収納できる



Fig.4 アイデアスケッチ

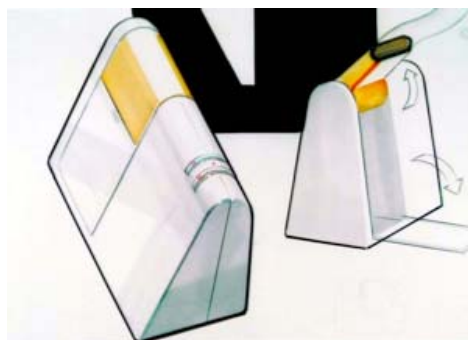


Fig.5 両機種種の構造比較

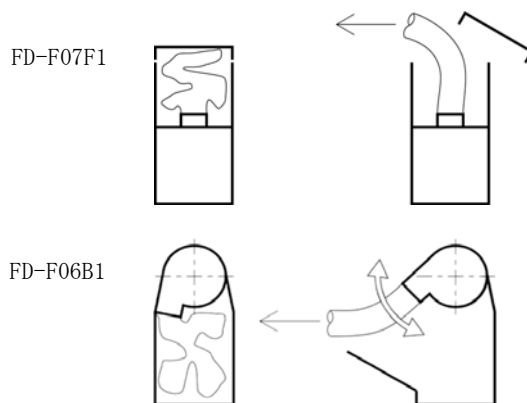


Fig.5 は両機種種の構造比較である。FD-F07F1 は優れた VE (ヴァリュー・エンジニアリング) の成果があったと言える。他社メーカーで採用している蛇腹ホースを廃止し、マットをエアーの吐出口に直結することにより部品点数削減と使い勝手の単純化を両立している。ただその良さが形に表れず、市場で認知されにくかったと想像される。タ

スクの表現は単に使い方をイメージさせるだけでなく操作系を理解する一助になる。グラスボックス化により使用者は製品に対する安心と信頼を増長できると考えられる。

4. 心理（認知工学）的な安全への誘導

次に心理的な安全への誘導とは何か、具体例を挙げながら考察する。

4-1 エレベータ開閉ボタンの例

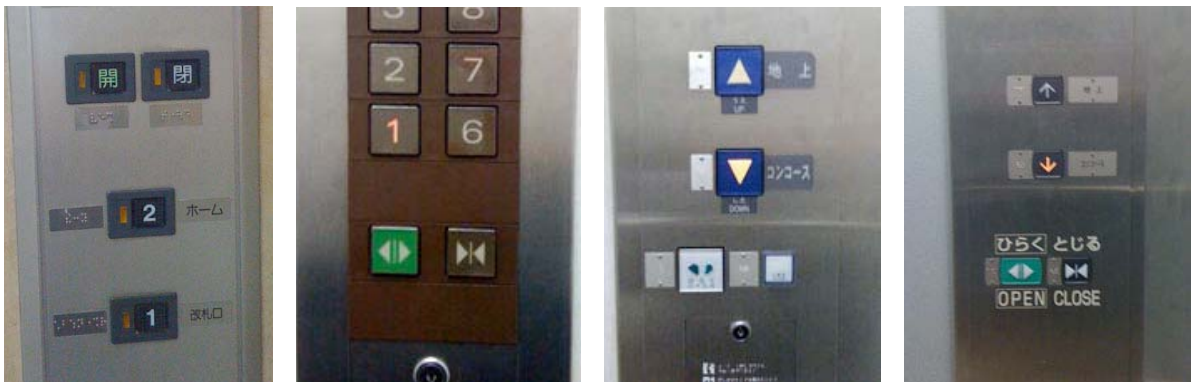
S社のエレベータ事故が相次ぎ犠牲者が出る事態となった。我々の身近な生活の中に危険が潜んでいる。エレベータに乗った際、誰かが乗ろうとして急いで近づいて来た。とっさに間違いなくオープンボタンを押せるだろうか。Fig. 6は様々なボタンデザインの例である。漢字、矢印、ひらがな、カラー表示などあらゆるデザインが試されているがどこまで行っても改善されない。「開ける⇔閉める」の表示は人の認知→判断→行為について以下のプロセスを踏むと考えられる。

行為に至るプロセス

- ①人が入ってくるのを知覚する。
- ②開けると判断する。
- ③開閉ボタンを見て開閉の言語的、形状的意味を解読する。
- ④開だと人が通れる（閉だと人が挟まれる）と判断する。
- ⑤開のボタンを見分ける。
- ⑥開のボタンを押す。

このように思考を巡らしても自信を持って正しいボタンを押すことは難しい。これは開閉、◀▶▶◀の表示はどちらも類似し誤認し易いことが一つの原因と考えられる。カラーについては電気製品、工作機械等で危険な場合にシャットダウンする電源、非常停止などのボタン、あるいは危険を示す交通信号については赤で表示される。エレベータの場合、開くのボタンをグリーンに彩色することは必ずしも一般の危険回避時のサインとは一致しない。これも混乱に拍車をかける要因となっているのではないだろうか。

Fig. 6 漢字 矢印+カラー 矢印+大きさ+ひらがな 大きさ+矢印+カラー+ひらがな+英文



そこで認知のパターンを変えてみる (Fig. 7)。「開ける⇔閉める」をやめて「人を通す⇔閉める」にすると認知→行為のプロセスはショートカットされると考えられる。また途中の言語や矢印の意味を思考する煩わしさから解放されることが大きい。サインの形状が類似せず、明らかに

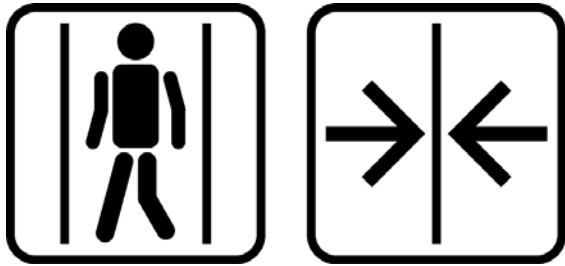
異なることがポイントである。大半の人は一瞬で判断でき、リスクは減少すると考えられる。

行為に至るプロセス

- ① 人が入ってくるのを知覚する。

- ② 人のシルエットのボタンを見分ける。
- ③ ボタンを押す。

Fig. 7



4-2 自転車の安全性向上

次に社会環境で考えてみよう。近年、地球温暖化がクローズアップされ環境負荷の小さい自転車が見直されている。ところがこの10年で自転車同士の事故は6.5倍、自転車と人の事故は4.5倍に急増しているという。この中でとくに高齢者の自転車事故の割合が増えている。これまで道路整備は自動車優先であり自転車の安全は軽視されてきたと言わざるを得ない。歩行者と自転車は分離されておらず、自転車の通行方向、ルールも曖昧でほとんど無法状態に近い状態である。Fig. 8の標識は歩道上を歩行者と自転車が混在して通行することを推奨している。

Fig. 8



この状況で安全のために対処療法を施すと以下の様になる。

- (1) お年寄り、子どもを含めヘルメット着用を義務づける。
- (2) 倒れにくい自転車を開発する。
- (3) 自転車の二人乗り、三人乗りを禁止する。

- (4) 歩行者に注意を喚起する。
- (5) 自転車運転手に注意を促す。

これに対し心理的誘導による解決案は以下の通りである。

- (1) 車レーン脇に自転車レーンを設け色分けする (Fig. 9)。
- (2) 必然的に歩行者と自転車レーンは分離される。
- (3) 自転車は左側通行のルールを徹底する。

Fig. 9



Fig. 10



スイスでは自転車レーンは黄色い線で区切られ (Fig. 10)、山岳部へ行くとブルーに塗り分けられている。これは安全行動だけでなく環境行動、健康増進など併せ導くことができる。

5. 注意警告ラベル

製品の本質的な安全性を確保した上でなおかつ注意書きラベル、取り扱い説明書などによる警告などが必要な際は JIS 規格を含む安全標準にて対応する。この際、注意レベルの階層標準の策定が推奨される。下記はその一例である。

- レベル1 重大な事故に繋がりにかねない注意事項。
- レベル2 軽度の事故に繋がりにかねない注意事項。
- レベル3 事故には繋がらないものの機械が正常に動作

しなくなる恐れがある事項。

このレベルに従いカラー、文字の大きさ、書体、絵表示（ピクトグラム）など表現の強弱のルールを決め標準化する。これによりユーザーに適切な情報を伝えることができる。

開発現場では往々にして開発期限、コスト、設計の不具合などネガティブな要因により注意書きラベル、取り説による警告など場当たりの対策で市場に出される。注意書きや警告が増えると各々が干渉し合い注意を引かなくなり、真に重要な情報が隠蔽されるリスクが出てくる。ラベルの類は最後の手段であり多用することは避けたい。

おわりに

近年、中国を含むアジア諸国では経済発展とともに中間所得層の購買力が高まり、日本製品への志向が強まっていると言われる。ブランド米を代表とする食品類、肌に使用する化粧品など背景にはその安全性に対する信頼があると言われる。日本の製造業が生き残る上で安全・安心を確立することは市場獲得の上でも重要である。事故やケガを少なくすることは言うに及ばず、今後は心理的、認知工学的な視点から人の行動を自然な形で安全に導く様より本質的な安心を提供することが望まれる。

注1. メンタルモデル

人間が実世界で何がどのように作用するかを思考する際のプロセスを表現したもの。メンタルモデルは、外界の現実を仮説的に説明するべく構築された内的な記号または表現であり、認識と意思決定において重要な役割を果たす。

注2. ヒヤリ・ハット

重大な災害や事故には至らないものの、直結してもおかしくない一歩手前の事例の発見をいう。

注3. インシデント

重大事故に至る可能性がある事態が発生し、なおかつ実際には事故につながらなかった潜在事例のことをさす。

注4. アフォーダンス

環境が動物に対して与える「意味」のこと。物体の属性（姿や変化など）が、動物に対してその物体の取り扱い方についてメッセージを発しているとする考えに基づく。アメリカの知覚心理学者ジェームズ・J・ギブソンによる造語。

参考文献

- (1) 海保博之、田辺文也 ヒューマン・エラー —誤りからみる人と社会の深層—(1996)
- (2) D. A. ノーマン 人を賢くする道具 —ソフト・テクノロジーの心理学—(1996)
- (3) 渡辺 ユーザー・エクスペリエンス・デザイン —自然なアフォーダンスを導く構造モデルの提案— デザイン・シンポジウム 2008 より