

スクリーンシンボルの日米共通ガイドライン

加藤 秀一 小川 克彦

James P. Cunningham Joseph P. Rotella

NTT ヒューマンインタフェース研究所

AT&T Bell Laboratories

通信システムのスクリーン上に表示されるシンボルの評価実験を、世界で初めて、日米共同で、大規模に実施し、ユーザの文化的背景（日米）、シンボルの絵柄のタイプ（具象的な絵柄タイプ、文字タイプ、図記号タイプ、等）を要因とした分析結果から以下のシンボル設計ガイドラインを得た。（1）信頼性や迅速性が重視される通信システムのオペレータには図記号タイプがふさわしい。（2）学習特性や信頼性をより重視する場合には文字を含めた絵柄タイプがふさわしい。（3）個々のシンボルは概念を忠実に表現する必要はなく、単純な線図で、個性的に（シンボルの絵柄間の距離を大きく）表現するのがよい。

Design Guidelines on the Type of Screen Symbol commonly used for Telecommunication Systems in U.S. and Japan

Shuichi Kato Katsuhiko Ogawa

James P. Cunningham

Joseph P. Rotella

NTT Human Interface Laboratories

AT&T Bell Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka
Kanagawa 238-03, JapanCrawfords Corner Road
Holmdel, NJ 07733, U.S.A.6200 East Broad Street
Columbus, Ohio 43213, U.S.A.

An experiment was conducted to determine what types of symbols are most appropriate commonly used for telecommunication systems in U.S. and Japan. The results of the study suggest basic principles for the design of screen symbols. (1) Screen symbols should be Ideograms, simple line drawings intended to convey the basic characteristics of the concept being represented. (2) If learnability or accuracy is more important than speed of performance, labels should be used. (3) The set of screen symbols that will be used together in a task should be chosen to have as much visual dissimilarity among the members of the set as possible.

1. まえがき

交換機や伝送装置、等の運用・保守を行う通信システムのより一層の経済化をはかるため、コンピュータが積極的に導入されてきており、これに伴って各種設備の統合化も進められている。通信システムの運用や保守においては、故障のいち早い発見、適切で正確な処置が重要であり、高信頼で迅速な操作が可能なインタフェースの実現が期待されている。

一方では、通信システムの国際共通化も進んでいる。そのため、信頼性及び迅速性を確保でき、かつ、言語や文化的背景に依存しない画面のデザインや操作法の提供が必要であり、統合化、国際化に向けてオペレータを高度に支援できるインタフェース設計ガイドラインが強く望まれている。

操作法に関しては、オフィスシステムを中心にLook & Feelが規定されつつあるが、国際標準案はない。また、ソフトウェア開発環境を想定した、ウィンドウシステムの操作法の標準化が始められた。いずれにしても、通信システムの操作法に対する指針はない状況である。画面のデザインに関しては、アイコンやシンボルの国際標準化作業が数年来進められてきたが^[1]^[2]、数個のオフィスシステム用アイコンに限定しているにもかかわらず、文化的な差異までを吸収できる統一案には至っていない。一方、シンボルの定量的評価も、具象的な絵柄を中心に評価実験が進められているが、文化的差異、シンボルの絵柄のタイプ（具象的な絵柄タイプ、文字タイプ、図記号タイプ、等）までを考慮した、体系化・定量化には至っていない^[3]^[4]^[5]。

本報告は、通信システムに最適な絵柄タイプの導出を目的として、世界で初めて、日米共同で行った、大規模な評価実験の結果であり、スクリーン上に表示されるシンボルの特性を、ユーザの文化的背景（日米）、シンボルの絵柄タイプから分析し、シンボルの絵柄タイプ設計ガイドラインを導いている^[6]^[7]。

2. 実験手法

2.1 絵柄タイプ

通信システムの国際共通化を中心に考えると、シンボルは絵や記号でデザインされるべきであり、文字は補助的にだけ使用されるべきであろう。従って、本実験では具象的な絵（絵タイプ）、単純な線図（図記号タイプ）を基本にし、これらとの比較を目的に、補助的な文字（絵+文字タイプ）、文字単独（文字タイプ）を使用した。すなわち、各シンボルを4タイプのルールでデザインした（図記号タイプと絵タイプは日米共通、文字が含まれるタイプは、文字の部分のみが異なる）。

【文字タイプ】 概念を表わす英語または日本語と矩形

【図記号タイプ】 概念を抽象化した単純な線図、

【絵タイプ】 概念を具象的に表現した絵、

【絵+文字タイプ】 絵と文字タイプの組み合わせ。

通信システムに現われる代表的なシンボル18個を、これら絵柄タイプでデザインし実験に用いた（表1）。18個のシンボルは、通信システムの運用・保守対象であるネットワーク構成要素（通信網設備）を中心に、代表的タスクである通信網設備の監視・試験に必須となる地図操作や共通機能、通信システム自体を構成する情報処理要素から選定している。各シンボルのサイズは、64ピクセルx64ピクセル、実験マシンはSUN SPARC station 1+（16インチカラーディスプレイ）である。

2.2 被験者

通信システムのオペレーションや開発経験が2年以上の被験者を、日米双方から選んだ。各被験者に対しては、4種類の絵柄タイプのうちのいずれか1種類だけを使用しており、全被験者を日米、絵柄タイプに応じて8グループに分類した。被験者数は全グループとも15名、総数で120名である。

2.3 実験手順

各被験者には、絵柄タイプが異なる以外は、すべて同一の手順（4ステップ）で実験を進めた。測定デー

表1 シンボルと絵柄

シンボル		絵柄のタイプ		文字		図記号 (共通)	絵 (共通)	絵+文字	
		アメリカ	日本	アメリカ	日本			アメリカ	日本
地図操作	拡大								
	移動								
共通	ヘルプ								
ネットワーク構成要素	Toll Office / 中継局								
	Central Office / 群局								
	PBX								
	パケット交換機								
	多重化装置								
	モデム								
	LAN (Local Area Network)								
	地上局								
	衛星								
情報処理要素	端末								
	ワークステーション								
	印刷								
	データベース								
	パーソナルコンピュータ								
	ISDN 端末								

タも同一であり、通信システムでのタスク実行時に要求される信頼性や迅速性（パフォーマンス）の指標となるシンボル検出時の正答率や時間を中心に、被験者ごとの個人差を補正するためのデータ、シンボルの学習履歴を収集した。各ステップで被験者が行う操作を以下に、ステップ2、3、4の画面例を図1に示す。なお、ステップ1はキーボード、ステップ2から4はすべてマウスだけによる操作である。

【ステップ1】ランダムに1個ずつ表示される18個のシンボルに対し、各々何を表現しているかを自由に入力する。

【ステップ2】マウスの移動速度の個人差を測定するステップであり、画面の中心に表示された開始点をマウスでクリックし、次に円周上の1点に表示された終了点までマウスを移動しクリックする（この間の経過時間をマウス移動時間と呼ぶ）。この操作を6回繰り返すと、終了点が時計方向に移動するので、同様に6回繰り返す。終了点は総計8カ所に表示される。開始点と終了点の位置およびサイズはステップ4でシンボルが表示される位置およびサイズと同一にしてある。

【ステップ3】18個のシンボルを学習するステップであり、画面右上に指定されたシンボル名に相当すると思うパターンを、円周上にランダムに表示された8個のパターンから選択する。8個の中には必ず正解が含まれており、正解の場合には中央に“正解”と表示される。不正解の場合には正解のパターンの色が変わる。18個すべてを正解すると学習が終了したと見なされステップ3を終了する。正解率が100%に満たない場合には、18個のシンボルすべてに対してステップ3が繰り返される。

【ステップ4】指定されたシンボルを素早く検出するステップである。シンボル指定時には、円周上に8個の矩形、中心に開始点が表示される。

開始点をクリックすると、8個の矩形が8個のランダムに選択されたパターンに置き変わると同時に、シンボル名が消えるので、指定されたシンボルを素早くクリックする（開始点をクリックしてからの経過時間をアクセス時間と呼ぶ）。18個のシンボルがランダムな順序で1回ずつ指定される。ステップ4は10回繰り返され、総計180回選択する。

なお、ステップ3と4で、選択すべきシンボルの指定に使用した名前は、各絵柄タイプとも共通に、事前に決めておいた名前であり、ステップ1での入力結果の影響は受けていない。

3. 解析結果

タスク実行時の信頼性や迅速性の指標として、ステップ4でのシンボル検出時の時間と正答率を使用した。ただし、被験者ごとの個人差を補正するため、検出時間は、アクセス時間からマウス移動時間を減じた時間で定義している。ステップ3での学習特性とともに、絵柄タイプ全体としての解析結果を示す。

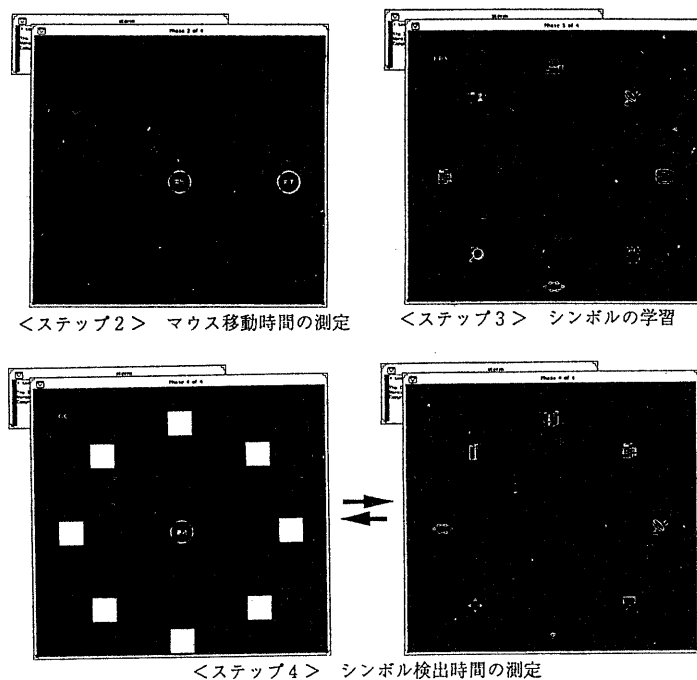


図1 実験手順と画面例

3.1 学習特性

3.1.1 シンボル学習時間

各被験者ごとに以下の値を定義する。

【平均学習時間】 シンボル学習時間の平均値、

【シンボル学習回数】 ステップ3で当該シンボルの学習に要した回数、

【シンボル学習回数】 ステップ3でn+1回目以降すべて正解の場合に値nをとる。

すなわち、平均学習時間は18個のシンボルすべてを学習する際に、各シンボルを何回で学習できるかを示す指標である。グループ全体の平均学習時間(表2)は、文字を含むタイプ(文字タイプ、絵+文字タイプ)では全グループとも1.1以下と低い。一方、図記号、絵タイプの平均学習時間は、文字を含むタイプに比較して高くなっているものの、全グループとも2回以下で学習を終えている。

日米、絵柄タイプを主要因とし、18個のシンボルを被験者内要因とした、シンボル学習時間の有意差検定では、絵柄タイプの効果にのみ有意差があり、日米の効果、両者の交互作用に有意差はない。

日米 $F(1, 112) = 1.702, p = 0.195$

絵柄タイプ $F(3, 112) = 21.493, p < 0.001$

Scheffeの方法による一次比較では、文字タイプと絵+文字タイプ以外の絵柄タイプ対に有意差がある。

3.1.2 学習曲線

被験者ごとの正解率(n)を以下で定義する。

【正解率(n)】 ステップ3のn回目(n=1,2,3,..)の試行における正解率。正解率が100%となってステップ3を終了した後の正解率は100%とみなす。

被験者ごとの正解率(n)より求めた、グループ全体の平均正解率(n)を表わす曲線を学習曲線と定義し、結果を図2に示す。全グループとも、文字を含む絵柄タイプでは1回目で95%の平均正解率が得られ、高々4-5回で100%に達している。一方、図記号、絵タイプの1回目の正解率は70%程度であり、平均正解率が100%に達するのに10回近くを必要としている。図記号、絵タイプの両者を比較すると、図記号タイプの学習が早い。

被験者の正解率に関する、nを被験者内要因とし

た有意差検定によると、絵柄タイプの効果にのみ有意差があり、日米の効果、両者の交互作用に有意差はない。

日米 $F(1, 112) = 2.657, p = 0.106$

絵柄タイプ $F(3, 112) = 31.275, p < 0.001$

一次比較では、文字タイプと絵+文字タイプ、図記号と絵タイプ以外の絵柄タイプ対に有意差がある。

3.2 パフォーマンス

3.2.1 検出時間

各被験者ごとに以下の値を定義する。

【平均検出時間】 シンボル検出時間の平均値、

【シンボル検出時間】 ステップ4で当該シンボルの検出に要した時間の平均値、

【検出時間】 ステップ4の個々の試行に対し、正解が位置pに表示され、かつ、正解を選択した場合にのみ、アクセス時間から、位置pに対するマウス移動時間の平均値を減じた時間とする。

各被験者の平均検出時間から求めた各グループの平均

表2 シンボルの平均学習時間

(回)

絵柄 \ 被験者	アメリカ	日本
文字	1.093	1.030
図記号	1.470	1.393
絵	1.819	1.652
絵+文字	1.082	1.019

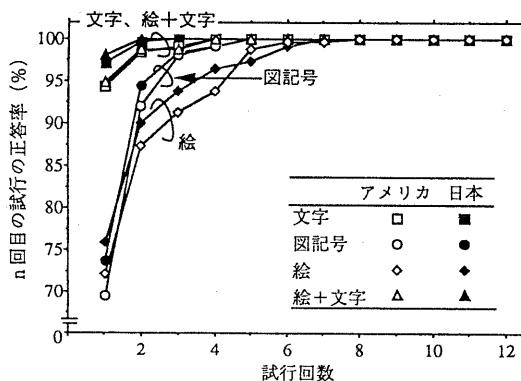


図2 学習曲線

検出時間を表3に示す。日米とも図記号タイプが一番短く、続いて、絵、絵+文字、文字タイプの順となっている。

18個のシンボルを被験者内要因とした、シンボル検出時間に関する有意差検定では、絵柄タイプの効果にのみ有意差があり、日米の効果、両者の交互作用に有意差はない。

日米 $F(1, 112) = 3.738, p = 0.056$

絵柄タイプ $F(3, 112) = 3.971, p = 0.010$

一次比較では、文字タイプと図記号タイプ対に有意差があり、これ以外の対に有意差はない。

(2) 正答率

各被験者ごとに以下の値を定義する。

[平均正答率] シンボル正答率の平均値、

[シンボル正答率] ステップ4での当該シンボルに対する正解の割合、

[正解/不正解] ステップ4で、指定されたシンボル名と選択したシンボル名が一致した場合を正解、不一致の場合を不正解とする。

各被験者の平均正答率から求めた各グループの平均正答率を表4に示す。日米、絵柄タイプによらず、グループ全体の平均正答率はいずれも97%以上と高く、実用上問題は無い。

表3 平均検出時間 (秒)

被験者	アメリカ	日本
文字	2.046	1.860
図記号	1.621	1.555
絵	1.922	1.744
絵+文字	1.941	1.769

表4 平均正答率 (%)

被験者	アメリカ	日本
文字	98.11	99.22
図記号	97.56	98.15
絵	96.92	97.92
絵+文字	98.07	98.48

18個のシンボルを被験者内要因とした、シンボル正答率の有意差検定では、いずれの効果にも有意差はない。

日米 $F(1, 112) = 3.497, p = 0.064$

絵柄タイプ $F(3, 224) = 1.658, p = 0.180$

図3に平均検出時間と正答率、およびこれらの95%信頼区間を示す。

4. 考察

4.1 絵柄のタイプ

(1) 日米の差

通信システムのオペレーションや開発経験が2年以上の被験者には、学習特性(学習時間、学習曲線)、パフォーマンス(検出時間、正答率)のいずれの面でも、日米間に有意な差はない。このことは、通信システムのシンボルのデザイン上、日米の文化的な差異を考慮する必要性が少ないことを示している。

(2) 絵柄タイプの差

正答率を除くすべての特性に、絵柄タイプの効果があり有意差となって現われている。シンボル平均学習時間では、文字を含むタイプが1.1回以下で学習できるのに対して、図記号タイプでは1.4回前後、絵タイプでは2回近い。学習曲線にも同様のことが言

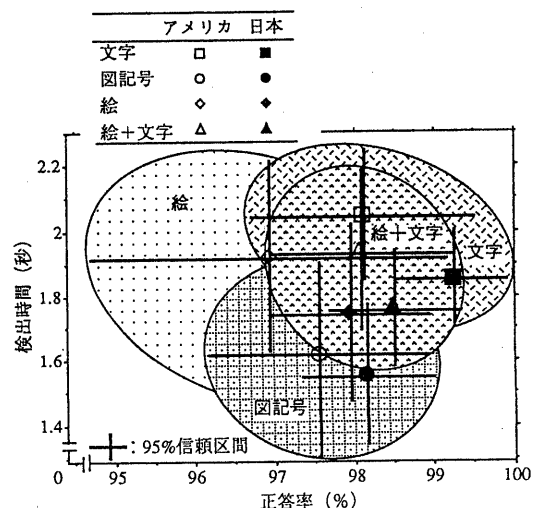


図3 検出時間と正答率

え、全員が全シンボルを学習するのに要する回数は、文字を含むタイプの3-4回に比較して、図記号タイプは5回、絵タイプは8回である。学習特性の優れているのは順に、文字を含むタイプ、図記号タイプ、絵タイプであると言える。

一方、パフォーマンスに関しては、正答率に有意な差はないものの、検出時間に有意差があり、学習特性における文字の優位性とは逆に、図記号が優位である。文字を含むタイプでは、絵+文字タイプにおいても、文字に頼る傾向があり、検出時間はながくなっており、日米とも、図記号、絵、絵+文字、文字タイプの順である。実験のステップ4で、選択すべきシンボルが文字で指定される優位性があるにもかかわらず、文字を含むタイプはパフォーマンス面で劣る。

18個のシンボルであれば、パフォーマンス面では図記号タイプが優る。個々の概念を忠実に表現する必要はなく、特徴を単純な線図で表現すれば最適なパフォーマンスが得られることを示している。一般的に、シンボルの絵柄は、周囲が単純な線図で囲まれ、全体としても単純な絵柄が望ましいと言われており、図記号タイプがパフォーマンス面で優位であったことは、これらの知見とも一致している。

(3) 文字と絵の効果

絵と絵+文字タイプを比較することにより、差分である文字の効果がわかる。同様に、文字と絵+文字タイプの比較より絵の効果がわかる。これらのタイプの学習特性やパフォーマンスを比較すると、文字は学習特性を向上させると同時に、正答率をやや向上させる効果があるものの、検出時間には逆効果がある。絵だけの場合に比較して、絵+文字タイプでは文字に頼るためと思われる。一方、絵は検出時間の短縮に効果的であるが、学習特性や正答率の向上には効果はないと言える。従って、絵+文字タイプは、絵と文字の両者の長所を併せ持つと言えるが、パフォーマンス面で図記号タイプを上回るまでには至らない。

(4) 最適な絵柄タイプ

学習特性やパフォーマンスに最も影響を与えるのは絵柄タイプである。従って、最適な絵柄タイプのガイドラインの導出に当たっては、日米差以上に、絵柄タイプの差を重視すべきである。学習特性では、明らか

に文字を含むタイプが優位であるが、パフォーマンスでは図記号タイプが優位である。従って、パフォーマンス(信頼性や迅速性)が要求される通信システムには図記号タイプを適用すべきである。また、初心者や学習特性、正答率を重視しつつ、ある程度の検出速度も得たい場合には、図記号タイプに文字を加えた、図記号+文字タイプとすれば両者の長所を生かせると思われる。

4.2 シンボルのデザイン

各絵柄タイプに含まれるシンボル個々のデザイン上の特性を考察する。

(1) 文字タイプ

文字タイプでは各シンボルとも学習回数は少なく、シンボル間の混同も少ない。検出時間のばらつきも小さいが、文字数が多いシンボルほど検出時間がながい傾向にあるので、高々2-3文字を図記号化してデザインするのが得策と考える。

(2) 図記号タイプ

図記号タイプのシンボルは、パフォーマンスがすぐれているが、デザインの単純化や多角形の多用(中継局、PBX、バケツ交換機、多重化装置)、似通った概念や形を忠実に線図化(端末、WS、パソコンとISDN端末、拡大と移動)すると、学習特性やパフォーマンスが得られない恐れがある。そのため、前者に対しては、絵柄に個性をもたせる(絵柄間の距離を大きくする)、後者に対しては、図記号化した文字を絵柄に含める等の配慮が必要である。

(3) 絵タイプ

絵タイプは、似通った/特徴の明確でない絵柄のシンボルが混在していると、学習特性が悪くなる反面、一度特徴を学習すれば混同は図記号タイプより減少する。検出時間を図記号タイプ程度に減少させるには、絵柄の単純化と同時に、図記号タイプ同様、個性化が必要である。

(4) 絵+文字タイプ

絵+文字タイプは学習特性、パフォーマンス両面でもかなり優位である。絵と文字の両者の性格を併せ持つことから、両者に対するデザイン上の配慮を行えば幅広いユーザ層に受け入れられる可能性が高い。

5. 結論

通信システムで使用される代表的なシンボル18個を対象に、文化の異なる日米各60名の被験者（通信システムのオペレーションや開発経験が2年以上）による、4種類の絵柄タイプ（文字タイプ、単純な線図による図記号タイプ、具象的な絵柄タイプ、具象的な絵柄+文字によるタイプ）の大規模な評価実験を、世界で初めて、日米共同で行い、学習特性（学習時間、学習曲線）とパフォーマンス（検出時間、正答率）を分析した。その結果、これらの特性に最も影響を与える要因は絵柄タイプであり、文化の差は認められないとの結果に至り、次のガイドラインを得た。シンボル学習特性では、明らかに文字を含むタイプが優位であるが、パフォーマンスでは図記号タイプが優位である。従って、パフォーマンス（信頼性や迅速性）が要求される通信システムには図記号タイプがふさわしい。学習特性や正確さをより重視する場合には文字を含むタイプがふさわしい。個々のシンボルのデザインにあたっては、概念を忠実に表現する必要はなく、概念と馴染みの深い特徴や絵を単純な線図で、個性的に（シンボルの絵柄間の距離を大きく）表現するのがよい。

<謝辞>

本研究の機会を与えていただいたヒューマンインタフェース研究所 釜江所長、マルチメディア処理研究部 遠藤部長、川嶋前部長、徳永リーダに深謝いたします。また、非常に多くの方に実験にご協力いただき、短期間のうちに無事実験を完了することができました。心よりお礼申し上げます。

<参考文献>

- [1] 山本：標準化の状況—アイコン—, 情報処理学会誌, 28 (9), pp. 1153-1157, (1987).
- [2] ISO / IEC JTC1 / SC18 / WG9 : Interactive Screen Symbols : Part 1 - General (N1054), Part 2 - Object Icons (N1055), Part 3 - Object icons : graphical representations and functional descriptions (N1056), (1992).
- [3] Bewley, W. L., and Roberts, T. L., et al. Human Factors Testing in the Design of Xerox's 8010 "Star" Office Workstation. In Proceedings of the CHI'83 Human Factors in Computing Systems, pp. 72-77, (1983).
- [4] Rohr, G. : UNDERSTANDING VISUAL SYMBOLS. In Proceedings of the IEEE Computer Workshop on Visual Languages, pp. 184-191, (1984).
- [5] Stammers R. B., and Hoffman, J. : Transfer between Icon Sets as a Function of Concreteness and Appropriateness. In Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting pp. 354-358, San Francisco, CA : Human Factors Society, (1991).
- [6] Kato, S., Ogawa, K., Cunningham J. P., Rotella, J. P., and Asplund, C. L. : Evaluation of Screen Symbols for Japanese. Poster presented at the Human Factors Society 35th Annual Meeting. San Francisco, CA : Human Factors Society, (1991).
- [7] Ogawa, K., Kato, S., Cunningham J. P., Rotella, J. P., and Asplund, C. L. : Recognition of Screen Symbols : Bridging the Gap between Americans and Japanese. Poster presented at the Human Factors Society 35th Annual Meeting. San Francisco, CA : Human Factors Society, (1991).