解　説

心の工学応用：心のユーザビリティ

山　下　利　之*

和文
ユーザビリティとは一般的に，その製品を効果的，効率的に使え，かつ使ったことに満足を感じるようなものを言う．しかし，本論文ではさらに心理学的に一歩進んで，使ってみて人間らしさを感じる，楽しさ，癒しを感じるといった“心のユーザビリティ”の可能性を論じる．人間的な触れ合いは対面的コミュニケーションから生じることから考えて，そのようなシステムはインタラクションが可能なコンピュータシステムで論じられることが多い．本論文においても，感情指向型ヒューマンコンピュータインタラクションを例として，“心のユーザビリティ”を論じる．

1．システムと人間との関係

人間が作り出した人工物である機械（あるいは，もっと広い意味でシステム）と人間との関係は，大体図 1 のような変遷をたどると思われる．たとえば，自動車だったら人間を乗せて移動する機能を持たなければ自動車とは言えなかったり，人間の代わりに高速で計算を処理してくれなければコンピュータと言わなかったり，…というように，そのシステムがその名称で呼ばれるに足る最低限の機能を基本的機能とすると，技術的に未熟な段階ではそのシステムに基本的機能を備え付けるのに精一杯である時期が，図 1 (a) の状態である．初期のコンピュータや宇宙ロケットがそれに相当する．この場合は，人間が学習，訓練によってシステムを操作できるように，人間の側からシステムに近づかなければならない．この段階における心理学の研究課題は，主に二つある．ひとつは，そのような学習や訓練に耐え得る資質を持った人間を選ぶ適性検査の開発である．もうひとつは，選ばれた人間の効果的な学習方法や訓練方法の開発である．もちろん，どのような拡張まで人間が耐えられるかの人間の側の限界も知る必要があろう．したがって，この段階におけるシステム操作者は，コンピュータプログラマー，宇宙パイロット，…などのプロフェッショナルである．

システムに基本的機能を備え付けることが技術的に容易になった段階では，図 1(b) に示されるように，使いやすいための工夫を施す余裕が生まれている．現在のパソコンはＧＵＩ（Graphical User Interface）などの開発により，相当

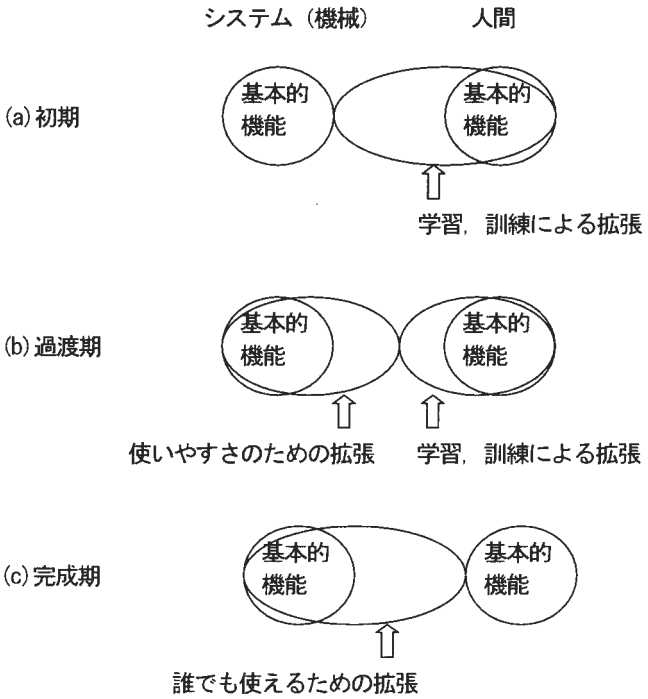


図 1　システム（機械）と人間の関係の変遷

2004 年 2 月 3 日受付
* 東京都立科学技術大学工学研究科インテリジェントシステム専攻
〒 191-0065　東京都日野市旭が丘 6-6
Tel : 042-585-8616　Fax: 042-583-5119
E-mail : tyamash@cc.tmit.ac.jp
キーワード：ユーザビリティ，ヒューマンインタフェース，感情，ヒューマンコンピュータインタラクション，ファジィ理論

に使いやすくなってきているが，大学においてさえ情報教育でパソコン実習がある現状[1]をみても，人間の側の学習，訓練による拡張が未だ必要である．この段階における心理学の研究課題は，人間の（生理的，知覚的，認知的，心理的）特性を明らかにして，それをシステム設計に生かすことである．

どのようなシステムでも究極的に目指しているものは，図 1(c) に示されるような，購入したらそのまますぐに，誰にでも使えるシステムであろう．この場合のシステムから人間の側への拡張は，いわゆるインタフェース，特にヒューマンインタフェースにおいて実現されよう．

ところで，本論文の題名にある“心のユーザビリティ”という表現は，“誰にでも使える”ためのシステムの拡張をさらに一歩進んで，“楽しく使える，人間的な触れ合いを感じて使える”システムへのシステムの側からの拡張という心理学的な願いを込めている．もちろん，そのようなシステムの実現は実際には困難であると思われるが，本論文では特にヒューマンコンピュータインタラクションの幾つかの研究事例を見ながら，その可能性を考えてみたい．

2．ユーザビリティ

前述したことをユーザビリティ（usability）の観点から眺めると，どう言えるだろうか．ユーザビリティとは，ISO9241-11（1998）や ISO13407（1999）という人間工学関係の ISO 規格では，効果的（effective），効率的（efficient），かつ満足（satisfaction）できることと定義されている[2]．黒須[2]によれば，“効果的というのは，その人工物を使ってやりたいことを正確に完全にできることを意味している．いいかえれば，使い方がわからなくて途中で放り出してしまうようなものは効果的とはいえない．…効率的というのは，人工物を使うときにできるだけ最小の資源しか使わないですむことをいう．…だから使うために必要以上に長い時間がかかるものや使うと疲れてしまうようなものは効率的とはいえない．満足感というのは，使って良かったと感じたり，再び使ってみたいと思えるようなことを意味している．したがって，もう二度と使うまい，と思ってしまうような人工物は満足感に欠けているということになる．（p.193）”

これが一般的に言われているユーザビリティであるが，“心のユーザビリティ”と言った場合，上述した効果的，効率的，満足にさらにプラスアルファを付け加えることである．このプラスアルファはシステムに応じて多様であろうから，本論文では特にインタラクティブなシステムであるコンピュータシステムを取り上げ，ヒューマンコンピュータインタラクションを通じて，“心のユーザビリティ”を論じる．この場合，プラスアルファとは，“人間らしさ，楽しさ”といったものであろうか．そこで，次にヒューマンコンピュータインタラクションにおける“人間らしいこと”，“楽しいこと”とはどのようなものであるかをみてみよう．

2.1 人間らしいこと

コンピュータがそれまでの機械と決定的に違うのは，人間とのインタラクションが可能な点である．濱[3]はコンピュータが人間の反応に応じて具体的なメッセージを送れるようになったことの意義を，従来の産業用ロボットと比較して以下のように論じている．“自動車工場のロボットに代表される産業用ロボットはきわめて優秀な作業者ではあるが，人間とのコミュニケーションを自ら積極的に行うものではない．だからこそ，人間サイドでそのロボットにアイドルタレントや野球選手の名前をつけたり，体操の時間には人間と一緒に体操の真似ごとをさせてみたりして，できるだけロボットに人間性を付加しようと努力しているのである．”

濱[3]は，コンピュータ作業においてエラーあるいは HELP キー使用の際の，コンピュータからのメッセージに，表 1 に示すように，通常の Polite なメッセージに加えて，Impolite なメッセージ（寛容性がなく，感情的なメッセージ），特にメッセージなしの 3 つの条件を設定した．

一般にシステム設計者はユーザの感情を害する恐れのある表現を避けるので，コンピュータからのメッセージはきわめて機械的なものか，非常に Polite なものであるかのどちらかである．しかし，作業量の分析，作業前後の質問紙調査などから得られた結果は次のようなものであった，

1) 統計的に有意な差は認められなかったものの，Impolite なメッセージを受けた被験者群の方が作業量は多かった．三隅[4]は，所定の時間までに仕事を完了するよう強く要求したり，仕事のまずさを責めるＰ型（課題遂行中心型）リーダー行動の方が，部下に対するねぎらいや優しい言葉を重視するＭ型（集団維持中心型）リーダーよりも作業者の生産性を増大させることができると報告している．濱[3]はこの三隅のＰＭ理論が，リーダーがコンピュータである場合にも当てはまり，コンピュータからきつい口調で忠告される被験者の方が，緊張感が高まるため作業成績が良くなると考察している．

2) Impolite なメッセージを受けた被験者はそのメッセージに対してとげのある感じを抱いたが，作業の辛さに関し

表 1　コンピュータメッセージ[3]の例

エラー	Polite メッセージ	Impolite メッセージ	メッセージなし
時間オーバー（2 回目まで）	少し遅いですね．頑張ってください．	もっと速くしなさい．	……!!
時間オーバー（3 回目以降）	もう少し速くしてください．	なぜこんなに遅いのですか．愚図愚図しないでください．	……!!
HELP キー使用（2 回目まで）	わかりました．	わかりました．でも，そんなに難しいですか．	……!!
HELP キー使用（3 回目以降）	わかりました．わからない時はいつでもどうぞ．	またですか．いい加減にしてください．	……!!
SHIFT キーエラー（2 回目まで）	SHIFT キーを押してください．	SHIFT を押さないとだめです．	……!!
SHIFT キーエラー（3 回目以降）	また SHIFT を忘れましたね．落ちついてどうぞ．	SHIFT を押しなさいと言ったでしょう．何回言えばわかるのですか．	……!!

てはメッセージなし条件の方が作業中に辛さを感じていたことが示された．すなわち，作業中に Impolite なメッセージを受けると，そのメッセージに対しては良い印象を持てないが，しかしそれでも機械的で無表情なメッセージのもとで作業するよりは辛さという点ではまだましであることを示している．

3) さらに，Impolite なメッセージを受けた被験者は，作業を通じてコンピュータに対する親近感，好感を促進させる傾向を示した．

新人が緊張感をもって仕事をするように，ミスをした新人に上司がきつい口調でしかることがよくあるように，対面的コミュニケーションでは感情をこのように露にすることは珍しくない．そもそも感情を露にすることはある意味でかなり知的な行為である．Impolite なメッセージに接した被験者はコンピュータに対して人間臭さを感じることで，より人間に近いものと認知し，好感を抱くようになるのであろう．

2.2 楽しいこと

山本他[5]は，コンピュータとのどのようなインタラクションに楽しさを感じるのかを調べるために，シリトリゲームのプログラムを作り，被験者と対戦させた．その際，相手がネットワークを介した人間であると教示した条件と，相手がシリトリプログラムであると教示した条件を設定した．ゲームの遂行時間と質問紙調査から，次のようなことが明らかになった．

相手が人間であると教示された被験者の方が，ゲーム時間を長く続ける傾向があり，また，そのゲームを楽しいと感じる傾向が示された．特に，相手がコンピュータだと教示された被験者は時間の経過とともに楽しさが減少していく傾向が示されたのに対して，人間が相手だと思っている被験者の方はその楽しさが長時間継続する傾向，むしろ楽しさが時間とともに増していく傾向すら示された．

これらの結果から，山本他[5]は，インタラクションの相手が人間であると思うこと自体がそのインタラクションを楽しく思い，インタラクションを持続する動機づけのひとつとなり得ると結論している．

この結論を前述した濱[3]の議論に立ち返ってみてみよう．濱は，知的なコンピュータと相対した被験者がコンピュータに対して，“he”とか“you”といった人称代名詞を頻繁に使用するようになるなど，コンピュータを人格化（personification）させる傾向をもつという Scheibe & Erwin[6]を引用したり，あるいは身近で役に立っている職場の産業用ロボットにアイドルタレントの名前をつけるような現象を例に挙げて，コンピュータに人間的な親近感を持つことの重要性を論じている．これは山本他[5]が論じている，人間と同じように共感できるようなコンピュータシステムの構築が望ましい，という主張と一致している．

3．電子メールをめぐって

電車の中で片手で携帯電話にメールを一生懸命打っている若者を見るにつけても，メールのやりとり自体楽しい行為であるに違いない．それでもさらに，電子メールをめぐって，“より人間的で，楽しい”ヒューマンコンピュータインタラクションの試みが多く行われている．

3.1 音楽付き電子メール

大塚他[7]は，ニューラルネットワークによる連想記憶を用いて，電子メールを開くと同時に，電子メールの文章から推測される意図や感情にマッチした曲を自動選択して，BGM として流すシステムを開発した．

これは，電子メールの文章を形態素に分解し，その中の単語を用いて連想推論を行う．たとえば，表２の電子メール (1) の形態素をもとにした入力から連想記憶による活性値の高い，文章全体の雰囲気を表す単語は“のんびり”，“落ち着く”，“春”であり，電子メール (2) の雰囲気は“楽しい”，“明るい”，“さわやか”となる．

一方，曲に関しても，曲ごとにその雰囲気を表すキーワードをあらかじめデータベースに格納しておく．たとえば，童謡“わたぼうし”に対するキーワードは，“昔話，町，村，ゆったり，穏やか，平和，山，高原，就寝，夕方，夕焼け，帰宅，暖かい，子供，幸せ，休日，ポカポカ，春，のほほん，…”である．そして，電子メールの雰囲気と曲のキーワードとが連想記憶の活性値によってマッチングされ，選曲される．大塚他[7]によると，自動選曲，BGM ともにおおむね好評であるという．

3.2 顔付き電子メール

ところで，電子メールでは図２に示すようなフェイスマークがよく使われてきた．そもそも対面的コミュニケーションの場合，相手の表情から感情を推測し，それに応じて話の内容や言いまわしを微妙に変えたりしながら円滑なコミュニケーションが行われる[8]ように，表情を添えることが文章に人間味を加えることを経験的に知っているからこそ，このようなフェイスマークが電子メールでも好んで使われるのだと思われる．そこで，今度は電子メールに自動的に表情を表示するシステムをみてみよう．

特定の状況における感情を顔で伝えるなど，顔をインタフェースとして用いようとする場合，目や口などの構成要素をいかに変化させるかが問題となる．感情もそれに伴う

表２　電子メールの例[7]

（1）	久しぶり，そろそろ梅雨の時期ですね．毎日，雨ばかりでじめじめしていて気分もめいっちゃうね．外にもあまり出たくないしね．暇になったらまたみんなでいつものバーに行って飲もうね．いろいろ語ろうよ．じゃあまたね．
（2）	元気？この前のゲームは本当に楽しかったね．あんなに点を取れるなんて思ってもいなかったから，すごく嬉しかったよ．その後のイベントも良かったね．でも，飲み過ぎて二日酔いだよ．とにかく，次の試合もがんばろうね．

笑顔	(^_^)	(^o^)	：)	:ー)
冷や汗	(^_^;)	(;_;)	(~_~;	
泣き顔	(;_;)	(>_<)	；ー<	X-(
不満	:ー(			
あっかんべー	:ーP			

（例文）

はじめまして山下です m(_ _)m

原稿が大幅に遅れてしまい，大変申し訳ありません　(~_~;

でも，とにかく書けてよかったです　＼(^o^)／

図２　フェイスマークの例

表情もあいまいさを伴うことから，山下他[9]はファジィ理論を適用して表情を選択することを提案している．図３は山下他[9]が用いた顔であるが，眉と目の傾きに関する３条件，口の形の３条件の組み合わせで計９種類の表情を用いている．基本的な感情（以下，基本感情と記す）としては，Plutchik[10]の８感情，1) 喜び，2) 悲しみ，3) 怒り，4) 嫌悪，5) 驚き，6) 恐れ，7) 期待，8) あきらめを用いた．

先ず，質問紙調査により各感情を表す表情というファジィ集合に１～９の各表情が属する程度を表すメンバーシップ度を決定しておく．そして，それをもとにして，図４に示すような，８つのファジィ規則からなるファジィ推論モデルを構築する．すなわち，各々のファジィ規則は前件部が基本感情（この場合は，単一の基本感情を表しているので，クリスプ集合となる）を表し，後件部はその基本感情を表す表情に表情１～９が所属する程度を表す．ある状況における各々の基本感情の程度が入力として与えられた場合，

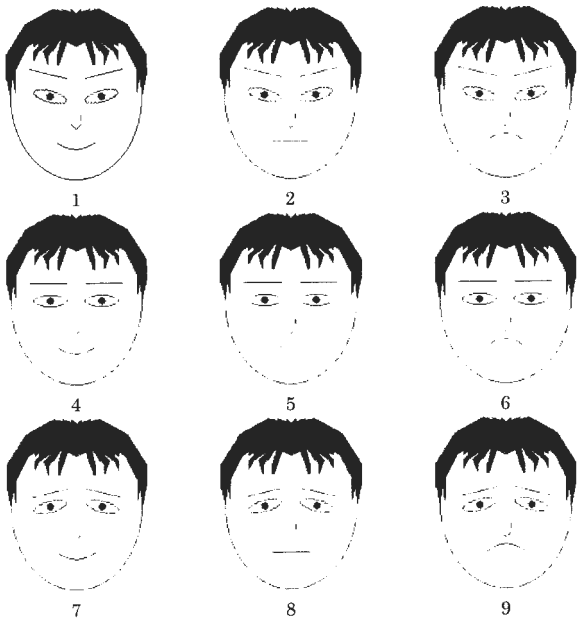


図３　山下他[9]の用いた顔の例

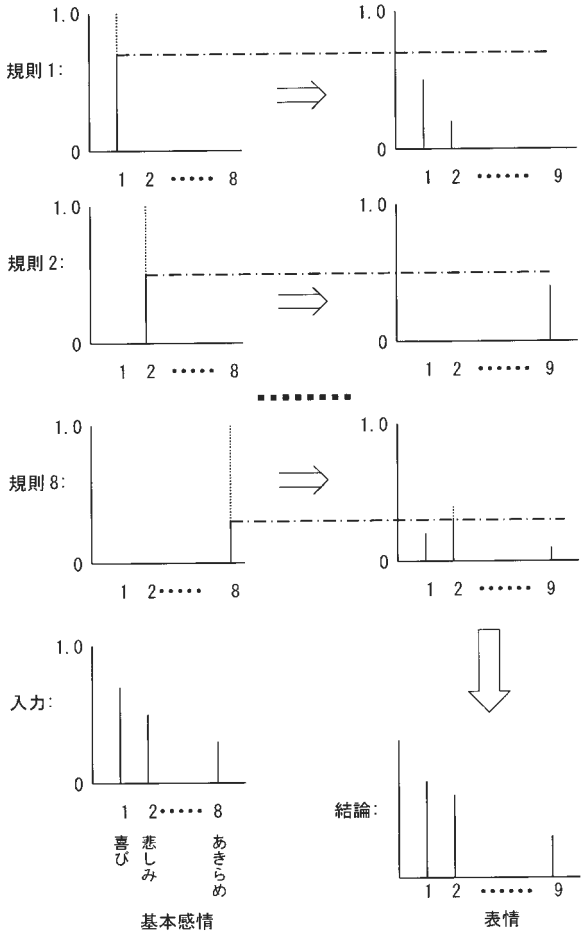


図４　ファジィ推論モデル[9]

Mamdani のファジィ推論法に従って，その複合感情を表す表情に表情１～９が所属する程度を表すメンバーシップ度が推定される．そして，最大メンバーシップ度を持つ表情が選択，表示される．

図５にシステムの構成を示す．各部分の具体的な機能は以下の通りである．

(1) 文章入力部

文章入力部は，入力された文章を形態素解析部へ渡す．

(2) 辞書ファイル読み込み部

辞書ファイル読み込み部で読み込まれる辞書ファイルは，各基本感情に対して用意されており，各基本感情を表すと思われる形容詞，名詞，動詞，副詞などが格納されている．

(3) 形態素解析部

形態素解析部は，入力された文章を形態素解析し，基本形だけを取り出す．

(4) キーワード照合部

キーワード照合部は，読み込んだ各基本感情に関する辞書ファイルと，形態素解析により取り出された基本形との照合を行う．

(5) ファジィ推論による計算部

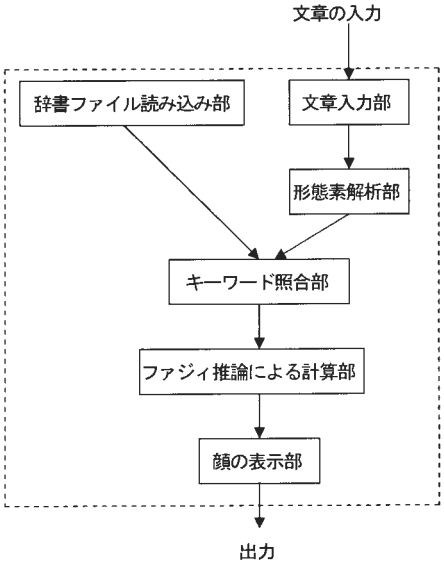


図５　システムの構成[9)]

この 4 月から君の子供も中学入学と聞き，月日が経つのが早いのに驚いています．まだまだ小学生だとばかり思っていたら，もうそんなに大きくなったのですね．ご本人もずいぶんと喜んでいるでしょう．君の嬉しそうな顔も目に見えるようです．
これからも公私共々どうぞよろしくお願い申しあげます．



図６　表示画面の構成例[9)]

各基本感情に関する辞書ファイル中の単語と照合した文章中の単語数，およびいずれかの辞書ファイルの中の単語と照合した総単語数を算出する．そして，その照合された総単語数に対する各基本感情の単語数の比率を求め，その比率をファジィ推論による計算部への入力とする．そして，入力された複合感情を表す表情に表情 1 ～ 9 が所属する程度を表すメンバーシップ度を出力とするファジィ推論を行う．

(6) 顔の表示部

顔の表示部では，ファジィ推論による計算部の演算の結果により表情を選択し，表示する．

本システムを用いた場合の表情選択の例を図６に示す．文中，下線を引いた部分の基本形が，辞書ファイル中の単語と照合した単語である．その結果，最初の単語は基本感情“驚き”，残りの 2 つが基本感情“喜び”の辞書ファイル中の単語と照合されたので，この文章の表す感情は，基本感情“驚き”が 1/3 ＝ 0.33，基本感情“喜び”が 2/3 ＝ 0.67 のメンバーシップ度を持つ複合感情であるとされる．これらのメンバーシップ度がファジィ推論に入力され，結果として最大メンバーシップ度を持つ表情 1 が表示されている．

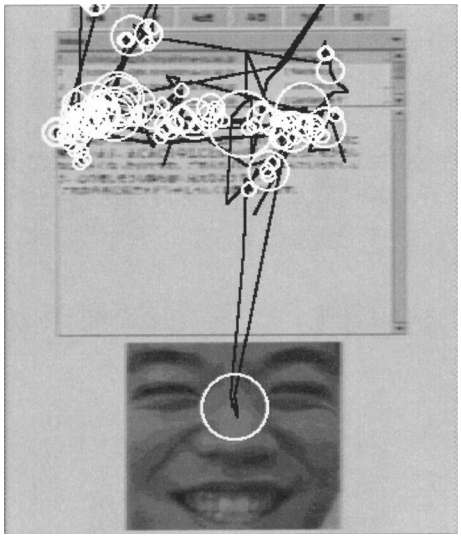


図７　人の顔画像を表示した電子メールにおける注視点の移動[15)]

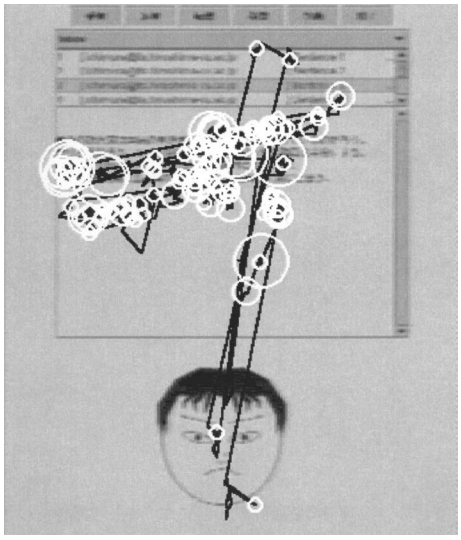


図８　線画による顔画像を表示した電子メールにおける注視点の移動[15)]

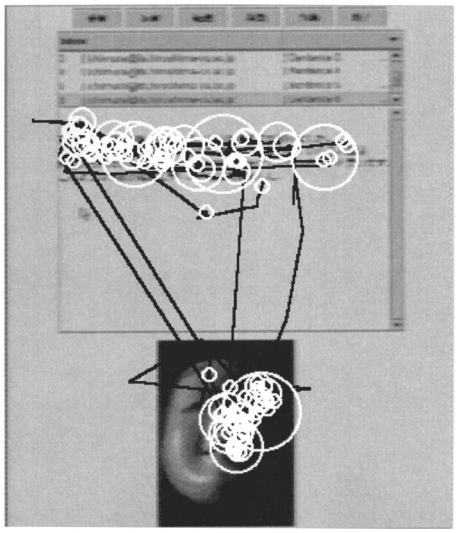


図９　能面画像を表示した電子メールにおける注視点の移動[15)]

このシステムでは線画による顔を表示しているが，市村他[11]，Ichimura et al.[12] は線画のほかに，実際の顔画像を用い，さらに表情選択にニューラルネットワークを用いたシステムである FaceMail を開発している．また，山下他[13]，Yamashita et al.[14] は能面を用いて同様の試みを行っている．

それでは，これまで述べてきた線画による顔画像，実際の顔画像，能面画像表示の心理的効果はどのように異なるのだろうか．たとえば，佐川他[15] はそれぞれの画像イメージに関する SD 評定，注視点移動により考察している．図７～９は，1 名の被験者の各表示画面における注視点移動の測定例を示す．注視点表示の円の大きさは注視時間に比例している．画面の上部が電子メールの文章表示部分，下部が表情表示部分であるが，表情注視にはそれぞれ特徴が見られる．すなわち，人の顔画像ではほぼ顔の 1 点のみの注視にとどまり，特徴的な箇所を注視するだけで表情認知が容易にできることが示唆される．線画による顔画像では，顔の幾つかの箇所への注視点移動が多くなっている．これは，表情変化に用いる線画の各部分を確認するために行われると思われるが，注視時間は短いので表情の認知にはそれほど時間がかかっていないことがわかる．これら 2 つの画像に比べて，能面画像では注視点移動の回数も多く，注視時間もかなり長くなっており，表情認知が他の 2 種類の顔画像よりも困難であることがわかる．

SD 評定データに関する結果から，電子メールに人間の顔画像や線画による顔画像を表示した場合，電子メール画面の読みやすさや好感度を高め，また，情報が増えたというイメージを与えることが示唆された．しかし，能面画像に関しては，その感情認知の難しさを反映したためか，むしろ画面からの情報の読み取りを阻害しているイメージを与えることが示唆された．

４．おわりに

人間は行動スタイルをなかなか変えたがらないという頑固な一面を持っている．しかし，いったん便利な仕方を覚えたら，今度は逆に以前の手間のかかる行動へは後戻りできないという特性も持っている．たとえば，テレビのリモコンにしても，タクシーの自動ドアにしても，最初は手で簡単にできることを何でここまでサービスしなければならないかと嘆いた人も多かったと思われる．しかし，一旦それが浸透してしまうと，今ではそれがないとひどく不便に感じる．一方，かつてのデジタルの腕時計のように，ストップウォッチ機能，ゲーム機能などの多機能を備え付けても，今では時間表示の単機能だけ，それも針というアナログ表示の腕時計に回帰している．かつてデジタル腕時計に求めた多機能が，今度はネットワークを介して携帯電話において展開されている．

このように考えると，製品の機能とユーザビリティの関係は簡単に解決できるような問題ではないだろう．本論文では，ヒューマンコンピュータインタラクションの例を通じて，使って“楽しく，人間的らしさ”を感じる“心のユーザビリティ”を考えてみた．製品の種類だけ（あるいはそれ以上の）異なる“心のユーザビリティ”があると思われるので，今後のこの領域の展開が期待される．

参考文献

1) 原田悦子 : 文科系大学・学部における情報教育―その目的と問題―, 情報処理 , 41(3), 227-233, (2000).
2) 黒須正明 : 製品・インタフェース・デザイン , 坂本昴 (監修), 高橋秀明 , 山本博樹 (編)：メディア心理学入門 , 191-212, 学文社 , (2002).
3) 濱保久 : コンピュータからの Impolite なメッセージが作業者に与える効果 , 心理学研究 , 61(1), 40-46, (1990).
4) 三隅ニ不ニ : リーダーシップ行動の科学 , 有斐閣 , (1978).
5) 山本吉伸 , 松井孝雄 , 開一夫 , 梅田聡 , 安西祐一郎 : 計算システムとのインタラクション―楽しさを促進する要因に関する考察 , 認知科学 , 1(1), 107-120, (1994).
6) Scheibe, K.E. and Erwin, M.: The computer as alter, Journal of Social Psychology, 108, 103-109, (1979).
7) 大塚和彦 , 粕谷慎一 , 高木友博 , 向殿政男 : 文章に合った BGM 自動選曲システムの提案 , 第 15 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 , 773-776, (1999).
8) Knapp, M.L.: Nonverbal communication in human interaction, Holt, Rinehart & Winston, (1972).
9) 山下利之 , 高橋雅博 , 酒井秀昭 , 武田利浩 , 市村匠 : ファジィ推論による表情選択モデルのヒューマンインタフェースへの応用 , 日本ファジィ学会誌 , 12(2), 313-320, (2000).
10) Plutchik, R.: The multifactor-analytic theory of emotion, Journal of Psychology, 50, 153-171, (1960).
11) 市村匠 , 石田与志 , 目良和也 , 大枝真一 , 杉原亮宏 , 山下利之 : 並列砂時計型ニューラルネットワークと情緒生起手法を用いた感情指向型インタフェースの応用 , ヒューマンインタフェース学会論文誌 , 3(4), 225-238, (2001).
12) Ichimura, T., Yamashita, T., Mera, K., Sato, A. and Shirahama, N.: Emotion-oriented intelligent systems, In R.J. Howlett, N.S. Ichalkaranje, L.C. Jain and G. Tonfoni (Eds.): Internet-Based Intelligent Information Processing Systems, New Jersey: World Scientific, 183-226, (2003).
13) 山下利之 , 簑下成子 , 森田展彰 , 佐藤親次 : ファジィ推論による能面の表情認知の研究 , 人間工学 , 35(3), 193-199, (1999).
14) Yamashita, T., Yoshikawa, M., Minoshita, S., Ichimura, T. and Satoh, S.: Automatic scenario analysis system for Noh play with Noh masks, In N. Baba, L.C. Jain and R.J.

Howlett(Eds.): Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems and Allied Technologies, Netherlands: IOS press, 983-987, (2001).

15) 佐川弘幸 , 山下利之 , 市村匠 : 電子メールにおける顔表示の心理的効果 , 第 18 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 , 375-378, (2002).



山下　利之（やました　としゆき）

1978 年東京教育大学（現筑波大学）教育学部卒業，1985 年東京都立大学大学院博士課程修了．文学博士．桐蔭横浜大学工学部講師，山形大学工学部電子情報工学科助教授などを経て，現在東京都立科学技術大学工学研究科インテリジェントシステム専攻教授．心理学，認知科学，人間工学，感性工学などの研究に従事．日本心理学会，日本知能情報ファジィ学会，日本人間工学会等各会員．